

10/ 511 651
Rec'd PCT/PTO 5 - JAN 2006

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Oktober 2003 (30.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/089191 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B24B 37/04
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/02469
(22) Internationales Anmeldedatum:
11. März 2003 (11.03.2003)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10/125,862 19. April 2002 (19.04.2002) US
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): PETER WOLTERS SURFACE TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG [DE/DE]; Büsumer Strasse 96,
24768 Rendsburg (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ISING, Ulrich
[DE/DE]; Mühlenstrasse 3a, 24762 Büdelsdorf (DE).
REICHMANN, Marc [DE/DE]; Kakabellenweg 48a,
24340 Eckernförde (DE). KELLER, Thomas [DE/DE];
Zur Linnbek 45, 24783 Osterrönfeld (DE).

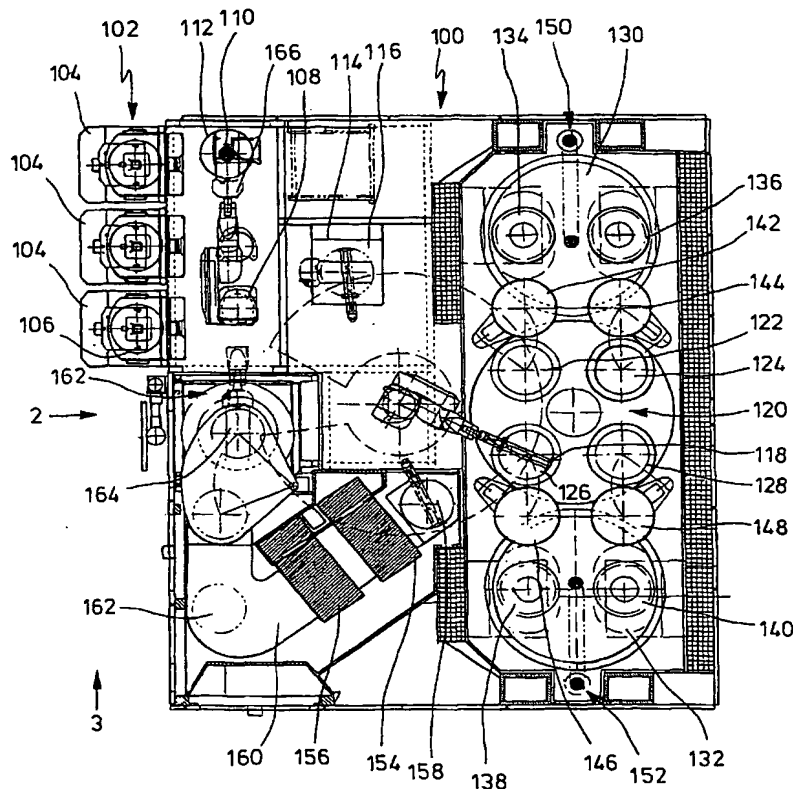
(74) Anwälte: GRAALFS, Edo; Neuer Wall 41, 20354 Ham-
burg usw. (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING OF WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM CHEMISCH-MECHANISCHEN POLIEREN VON WERKSTÜ-
CKEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for the transportation, chemical-mechanical polishing and drying of workpieces, in particular silicon wafers in a sealed clean room, comprising the following steps: the workpieces are taken from a loading and unloading station by at least one transfer device and are delivered to an intermediate station; the workpieces are picked up by at least one polishing head of a polishing device from the intermediate station, transported to a polishing disc of the polishing device and held against the rotating polishing disc, while the polishing head rotates; after the polishing process, the workpieces are transported back to the intermediate station by the polishing head, detached from said polishing head and cleaned and/or chemically treated in the intermediate station; the cleaned and/or chemically treated workpieces are transported from the intermediate station either to a second polishing device, or to a washing and drying device, where they are washed and dried; the washed and dried workpieces are transported back to the loading and unloading station by the transfer device; the polishing head is cleaned prior to picking up each workpiece.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/089191 A1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Transportieren, chemisch-mechanischen Polieren und Trocknen von Werkstücken, insbesondere Siliciumwafer in einem abgeschlossenen Reinraum mit den folgenden Schritten: die Werkstücke werden von mindestens einer Transfervorrichtung aus einer Be- und Entladestation entnommen und auf eine Zwischenstation übergeben; die Werkstücke werden von mindestens einem Polierkopf einer Poliervorrichtung von der Zwischenstation aufgenommen, zu einem Polierteller der Poliervorrichtung transportiert und unter Drehung des Polierkopfes gegen den sich drehenden Polierteller gehalten; nach dem Polieren werden die Werkstücke von dem Polierkopf zur Zwischenstation zurücktransportiert, vom Polierkopf gelöst und in der Zwischenstation gereinigt und/oder chemisch behandelt; die gereinigten und/oder chemisch behandelten Werkstücke werden von der Zwischenstation wahlweise zu einer zweiten Poliervorrichtung oder zu einer Wasch- und Trockenvorrichtung transportiert und in dieser gewaschen und getrocknet; die gewaschenen und getrockneten Werkstücke werden von der Transfervorrichtung zur Be- und Entladestation zurücktransportiert; vor jeder Aufnahme eines Werkstücks wird der Polierkopf gereinigt.

1.

Verfahren und Vorrichtung zum chemisch-mechanischen Polieren
von Werkstücken

Nach jeder Beschichtung eines Halbleiterwafers, beispielsweise mit einer Oxidschicht, einer Wolframschicht oder anderen Metallschichten, muß eine Bearbeitung erfolgen, um die gewünschte Planarität herzustellen. Ist diese nicht gegeben, treten z.B. Probleme bei lithographischen Prozessen auf in Form von Fokusfehlern durch geringe Schärfentiefe der UV-Stepper oder in Form von Leiterbahnrisen. Ein Verfahren in der Halbleiterindustrie zur Planarisierung verwendet den sogenannten CMP Prozeß. Hierbei handelt es sich um eine chemisch-mechanische Bearbeitung mit Hilfe eines Fluids (Slurry), wobei der chemisch reaktive Teil der Slurry die Aufgabe hat, das Material in einen polierbaren Zustand umzuwandeln. Die Slurry enthält ein Schleifmittel in Form von kolloidalen Abrasivpartikeln.

Aus DE 197 19 503 A1 ist eine Vorrichtung zum chemisch-mechanischen Polieren von Oberflächen bekannt geworden. Sie enthält zwei Polierstationen mit höhenverstellbaren Vakuumträgern oder Polierköpfen für je einen Halbleiterwafer. Die Polierstationen weisen Polierteller auf, die um eine vertikale Achse angetrieben werden. Die Vakuumträger sind entlang von zwei parallelen annähernd horizontal verlaufenden Führungen unabhängig von einander geführt. Auf diese Weise können zwei Wafer gleichzeitig von einem Polierteller bearbeitet werden. An einem Ende der Führungen ist mindestens eine Übergabe- und Übernahmeverrichtung für die Wafer vorgesehen. Ferner sind auf gegenüberliegenden Seiten der Führungen angeordnete Belade- und Entladevorrichtungen für die Halbleiterwafer vorgesehen, zu denen die Vakuumträger ausrichtbar sind. Die Übergabe- und Übernahmeverrichtung wird zumeist von einem Roboter gebildet.

Während des Transports und der Bearbeitung werden die Wafer von dem Vakuumträger oder auch sogenannten Carrier gehalten. Dessen Aufgabe besteht darin, ein

2.

homogenes Druckfeld oder unterschiedliche Druckprofile auf die Rückseite des Werkstücks zu übertragen. Dabei ist die sogenannte scharfe Seite, d.h. die Seite, welche mit den Schaltkreisen bestückt ist, dem Polierteller zugewandt. Der Carrier ist üblicherweise von einer Verstellvorrichtung gehalten und bewegt, welche den Carrier zum einen um eine vertikale Achse dreht und zum anderen linear in vertikaler und horizontaler Richtung bewegt.

Der Durchsatz durch eine CMP Vorrichtung wird maßgeblich durch die Anzahl der Polierstationen bestimmt. Andererseits sind die Bearbeitungszeiten beim Planarisieren sehr kurz (typischer Weise 90 Sekunden). Wegen der kurzen Bearbeitungszeiten können beim Transfer der Werkstücke zwischen den einzelnen Sektionen Engpässe auftreten und den Durchsatz beschränken.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt beim chemisch-mechanischen Polieren (CMP) ist die Reinhaltung der Werkstücke. Der gesamte Polier- und Reinigungsvorgang findet in einem Reinraum statt, und es müssen Mittel vorgesehen werden, die verhindern, daß nach dem Poliervorgang vorhandene Slurry-Reste und -Partikel auf der Werkstückoberfläche verbleiben. Ein Antrocknen solcher Reste würden die Schaltkreise auf dem Werkstück zerstören. Aus US 5,885,138 ist z.B. das sogenannte Dry-In-Dry-Out-Verfahren bekannt geworden, bei dem durch entsprechende Übergabevorgänge im Behandlungsraum dafür gesorgt wird, daß z.B. eine Transfervorrichtung, welche die Werkstücke aus einer Be- und Entladestation entnimmt, nicht mit nassen bzw. verunreinigten Werkstücken in Berührung kommt. Mit dieser Transfervorrichtung, beispielsweise ein Roboter, werden dann die endgültig gereinigten und getrockneten Werkstücke wieder in die Be- und Entladestation zurücktransportiert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum chemisch-mechanischen Polieren von Werkstücken in der Weise vorzusehen, daß

3.

bei hoher Produktionsgeschwindigkeit eine hohe Reinheit der Werkstücke erhalten wird.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 11 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Werkstücke von einer Transfervorrichtung zunächst in eine Zwischenstation übergeben. Erst von dort werden sie zur Poliervorrichtung gefördert. Dies geschieht mit Hilfe eines Polierkopfes oder Carriers, welcher mit Mitteln versehen ist, um ein Werkstück, beispielsweise ein Wafer schonend aufzunehmen. Mit dem Polierkopf wird das Werkstück zum Polierteller der Poliervorrichtung transportiert und unter Drehung des Polierkopfes gegen den sich drehenden Polierteller gehalten. Nach dem Polieren werden die Werkstücke von dem Polierkopf zur Zwischenstation zurücktransportiert, dort abgesetzt und in dieser gereinigt. Zusätzlich oder alternativ kann in der Zwischenstation auch eine chemische Behandlung, beispielsweise ein Ätzen oder dergleichen, stattfinden. Die gereinigten Werkstücke werden dann von der Zwischenstation entweder zu einer weiteren Poliervorrichtung oder zu einer Wasch- und Trockenvorrichtung transportiert, in der sie gewaschen und getrocknet werden. Anschließend werden sie von der Transfervorrichtung zur Be- und Entladestation zurücktransportiert. Vor jeder Aufnahme eines Werkstücks wird der Polierkopf gereinigt.

In der Zwischenstation können die Wafer von beiden Seiten gereinigt werden, was naturgemäß nicht erfolgen kann, wenn sie am Polierkopf hängen.

In der Zwischenstation werden Verätzungen oder chemische Umwandlungen, die durch Rückstände auf dem Werkstück erzeugt werden, verhindert. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn die Werkstücke in einem Zwei- oder Mehr-Stufen-CMP Prozeß behandelt werden, d.h. von der Zwischenstation noch in eine andere Polier-

4.

vorrichtung transportiert werden. Durch entsprechende Spül- und Reinigungsvorrichtungen in der Zwischenstation können sogenannte Cross-Kontaminationen verhindert werden, d.h. Vermischung von unterschiedlichen Materialien und chemischen Komponenten zwischen den Poliervorrichtungen. Außerdem kann in der Zwischenstation eine chemische Vorbehandlung der Werkstücke erfolgen, um sie für die Polierstufen vorzubereiten.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß nach jeder Abgabe eines Werkstücks der Polierkopf in einer speziellen Reinigungsstation gereinigt wird. Diese Reinigungsstation ist vorzugsweise in einer Höhe angeordnet, daß sie das Zusammenspiel von Polierkopf, Zwischenstation und Poliervorrichtung nicht behindert. Der Polierkopf kann allein in der Bearbeitungs- und Reinigungsstation gesäubert werden, er kann jedoch auch zusammen mit dem Werkstück in die Reinigungsstation eingebracht werden, damit beide einer Reinigung unterworfen werden.

Auch bezüglich der Greifmittel der Transfervorrichtung, die aus einer ersten und einer zweiten Transfervorrichtung bestehen kann zur Durchführung des Dry-In-Dry-Out-Verfahrens, können mit Hilfe von entsprechenden Reinigungsmitteln vor jedem neuen Ergreifen eines Werkstücks gereinigt werden. Um die Kontamination besonders gering zu halten, erfassen die Greifmittel die Werkstücke nur am Rand. Dadurch wird außerdem die Werkstückfläche geschont.

Es ist für die Durchführung des beschriebenen Verfahrens von Vorteil, wenn erkannt werden kann, daß Schichtübergänge vorliegen. Zu diesem Zweck wird das Reibungsverhalten zwischen Poliertuch und der zu polierenden Schicht gemessen, etwa über die Leistungsaufnahme des Antriebs für den Polierteller. Dieses Kriterium ist zumeist nicht ausreichend, um den Schichtübergang festzustellen, insbesondere wenn mehrere Werkstücke gleichzeitig auf dem Polierteller bearbeitet werden. Da-

5.

her werden außerdem die Temperaturverläufe der Temperatur auf der Oberfläche der Polierteller einerseits und der Temperaturdifferenz des Kühlmittels für die Polierteller andererseits ausgewertet. Aus den genannten Temperaturverläufen kann mit Hilfe eines geeigneten Algorithmus festgestellt werden, wann ein Schichtübergang vorliegt.

Bei einer Ausgestaltung der Erfindung weist die Zwischenstation einen um eine vertikale Achse drehbar gelagerten Träger auf, der von einem Drehantrieb gedreht werden kann. Der drehbare Träger weist an seiner Oberseite mindestens zwei horizontale nach oben freie Beladeflächen auf. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind ferner mindestens zwei Polierstationen dem Umfang des rotierenden Trägers zugeordnet. Zwei Polierstationen liegen vorzugsweise auf diametral gegenüberliegenden Seiten des Trägers. Es kann auch eine dritte Polierstation vorgesehen werden, die um einen Winkel von etwa 90° versetzt zu den anderen beiden Polierstationen am Umfang des Trägers angeordnet ist, wobei die Transfervorrichtung der letzteren Polierstation diametral gegenüberliegen kann. Die Beladung der Beladeflächen mit Werkstücken bzw. die Entnahme bearbeiteter Werkstücke von den Beladeflächen erfolgt mit der Transfervorrichtung.

Bei CMP Prozessen können zwei oder mehr Bearbeitungsstufen vorgesehen werden, in denen das Werkstück in verschiedenen Polierstationen planarisiert wird. Durch den Einsatz unterschiedlicher Chemikalien und Poliertücher in verschiedenen Polierstationen können verschiedene Materialien, wie z.B. Wolfram, Kupfer oder Titannitrit optimal bearbeitet werden. Wichtig ist hierbei, die Transportzeiten des Werkstücks zwischen den Polierstationen zu minimieren, da die chemischen Komponenten der ersten Stufe sehr schnell zu weiteren Verätzungen am Werkstück führen können. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann ein rascher Transport von einer Polierstation zur anderen stattfinden. Durch den schnellen Austausch der

6.

Werkstücke zwischen den Polierstationen wird eine Durchsatzerhöhung erreicht, da die Prozeßnebenzeiten verringert werden. Durch die beschriebene Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung können, wie erwähnt, mehrere Polierstationen miteinander verbunden werden, so daß ein schneller Austausch zwischen den Stationen möglich ist. Auch bei einem einstufigen Verfahren läßt sich die Durchsatzzeit verringern, da die Werkstücke während ihres Transports auf der Beladefläche behandelt werden können, z.B. kann eine chemische Vorbehandlung erfolgen und/oder ein Spülen und Reinigen nach dem Poliervorgang.

In der heutigen CMP Prozeßtechnik ist üblich, das Werkstück nach der ersten Polierstufe einer Zwischenreinigung zuzuführen, um die oben beschriebenen nachteiligen Effekte zu minimieren oder zu eliminieren. In der bereits beschriebenen Druckschrift DE 197 19 503 oder US 6 050 885 ist bekannt, eine stationäre Reinigungsvorrichtung vorzusehen. Erfindungsgemäß kann dem Träger ebenfalls eine Reinigungsvorrichtung zugeordnet werden, so daß während des Transports des Werkstücks am Träger eine Reinigung stattfinden kann. Dadurch, daß eine geeignete Reinigungsvorrichtung beim Transport der Werkstücke wirksam ist, werden unerwünschte Verätzungen am Werkstück vermieden. Zusätzlich werden sogenannte Cross-Kontaminationen zwischen den Polierstationen bei einem zweistufigen Prozeß eliminiert.

Die Positionierung der Werkstücke auf den Beladeflächen mit Hilfe der Transfervorrichtung ist zumeist nicht derart, daß die Werkstücke richtig zentriert sind, damit sie vom Carrier oder Polierkopf zentriert aufgenommen werden können. Daher sind den Beladeflächen bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung Zentriermittel zugeordnet, welche mit dem Umfang eines Werkstücks auf der Beladefläche zusammenwirken und das Werkstück zu einer vorgegebenen vertikalen Achse ausrichten. Zu dieser Achse kann dann die vertikale Achse des Carriers ausgerichtet werden, so daß der

7.

Carrier beim Absenken auf das Werkstück auf der Beladefläche das Werkstück zentriert aufnehmen kann.

Der Carrier zum Transport der Werkstücke und zum Zusammenwirken mit den Poliertellern in den Polierstationen kann in üblicher Weise ausgebildet sein. Vorzugsweise hält er die Werkstücke mittels Vakuum. Das Lösen der Werkstücke vom Carrier kann durch Aufbringen eines Druckluftstoßes nach Abschaltung des Vakuums durchgeführt werden. Die Verstellung des Carriers entlang horizontaler und vertikaler Achsen ist ebenfalls bereits bekannt und kann etwa in der Weise vor sich gehen, wie in US 6,050,885 beschrieben.

Aus der bereits erwähnten Vorveröffentlichung ist bekannt, eine lineare Führung für die Carrier vorzusehen, wobei pro Polierteller zwei Carrier mit jeweils einem aufgenommenen Werkstück zum Einsatz kommen können. Die Carrier können unabhängig voneinander an der Führung bewegt werden. Für diesen Fall ist es vorteilhaft, wenn der Träger vier Beladeflächen aufweist, wobei jeweils zwei Beladeflächen mit ihrer Achse in einer Ebene liegen, die parallel zur Führung verläuft, wenn der Träger eine entsprechende Drehstellung hat. Auf diese Weise kann pro Carrier eine Beladefläche vorgesehen werden, wodurch der Durchsatz der Werkstücke beim Polieren erheblich erhöht werden kann, insbesondere beim zwei- oder mehrstufigen Planarisierungsverfahren. Die Positionierung der vier Beladeflächen erfolgt vorzugsweise in Stufen von 90° bzw. einem Vielfachen von 90° .

Dem Träger ist eine Reinigungsvorrichtung zugeordnet. Hierzu kann vorgesehen werden, daß der Träger eine mittige Erhebung aufweist, in der pro Beladefläche mindestens eine Düse angeordnet ist, die mit einer Fluidquelle verbunden ist. Die Düse kann Reinigungsflüssigkeit auf die bearbeitete Fläche des Werkstücks sprühen. Sie kann auch dazu dienen, die Oberfläche des Werkstücks mit einer geeigneten

8.

Flüssigkeit zu benetzen. In einer derartigen Erhebung kann auch eine Anzahl Detektoren angeordnet sein, die feststellen, ob auf der Beladefläche ein Werkstück angeordnet ist.

Es ist erforderlich, die Werkstücke auf den Beladeflächen zu zentrieren, damit sie zentriert vom Carrier aufgenommen werden können. Hierzu gibt es verschiedene bekannte Möglichkeiten. Eine besteht nach einer Ausgestaltung der Erfindung darin, daß auf einem Kreis angeordnete beabstandete Zentriernocken vorgesehen sind, welche Auflageflächen aufweisen zur Aufnahme des Randbereichs eines Werkstücks. Die Zentriernocken weisen ferner radial verstellbare Anschlagflächen auf, die mit dem Umfang des Werkstücks in Eingriff bringbar sind, um das Werkstück im Hinblick auf eine vorgegebene vertikale Achse auszurichten. Zu diesem Zweck sind die Anschlagflächen synchron betätigt.

Die Beladeflächen können im übrigen konkav geformt sein, so daß der Raum zwischen einem aufgenommenen Werkstück und der Beladefläche als Reinigungskammer dienen kann. Es ist möglich, aus diesem Reinigungsraum durch eine oder mehrere Bohrungen in der Beladefläche Flüssigkeit abzuführen. In der Beladefläche kann auch eine Düse angeordnet sein für die Zufuhr von Reinigungsflüssigkeit zur beschriebenen Kammer zwischen Werkstück und Beladefläche. Mit Hilfe derartiger Vorkehrungen läßt sich auch die Kontaktfläche der Carrier reinigen, wenn sie auf die Beladefläche abgesenkt wird.

Somit ist eine Multifunktionsvorrichtung geschaffen, bei der durch eine rotatorische Bewegung die einzelnen Polierstationen und die Transfervorrichtung miteinander verbunden werden können, um die Transportzeiten so kurz wie möglich zu halten. Mit Hilfe der Multifunktionsvorrichtung läßt sich eine Erhöhung des Durchsatzes verwirklichen, insbesondere in einem sogenannten Zwei- oder Mehrstufenprozeß,

9.

bei dem verschiedene Materialien, wie z.B. Wolfram, Kupfer oder Titannitrit mit unterschiedlichen Chemikalien und Poliertüchern in verschiedenen Polierstationen bearbeitet werden. Durch die Integration geeigneter Spül- und Reinigungsvorrichtungen ist es möglich, Verätzungen und chemische Umwandlungen, die durch Rückstände auf den Werkstücken erzeugt werden, zu verhindern. Außerdem können in der beschriebenen Multifunktionsvorrichtung sogenannte Cross-Kontaminationen verhindert werden, d.h. Verschleppungen von unterschiedlichen Materialien und chemischen Komponenten zwischen den Polierstationen. Ferner können die Spül- und Reinigungsvorrichtungen zur chemischen Vorbehandlung der Werkstücke benutzt werden, um diese für die zweite oder dritte Polierstufe vorzubereiten. Da die Reinigung, die Vorbehandlung und dergleichen während der Transportbewegung stattfindet, wird dadurch die Durchsatzgeschwindigkeit nicht beeinflußt.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert werden.

- Fig. 1 zeigt die Draufsicht auf eine Vorrichtung zum Transportieren, Polieren und Waschen und Trocknen von Wafern,
- Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht der Vorrichtung nach Fig. 1 in Richtung Pfeil 2 von Fig. 1,
- Fig. 3 zeigt einen Teil der Seitenansicht der Vorrichtung nach Fig. 1 in Richtung Pfeil 3 von Fig. 1,
- Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch einen Polierteller und durch Polierköpfe der Poliervorrichtung nach Fig. 1,

10.

- Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch einen Polierkopf der Poliervorrichtung nach Fig. 4,
- Fig. 6 zeigt schematisch die Bearbeitung eines Halbleiterwafers mit einem Polierteller,
- Fig. 7 zeigt die Draufsicht auf eine sehr schematisch dargestellte Vorrichtung nach der Erfindung,
- Fig. 8 zeigt einen Schnitt durch den Träger der Be- und Entladestation nach Fig. 2,
- Fig. 9 zeigt die Draufsicht der Be- und Entladestation nach Fig. 2,
- Fig. 10a - 10o zeigen schematisch den Ablauf eines zweistufigen Poliervorgangs nach dem erfindungsgemäßen Verfahren,
- Fig. 11 zeigt eine Reinigungs- und Bearbeitungsvorrichtung der Vorrichtung nach Fig. 1 in Draufsicht,
- Fig. 12 zeigt einen Schnitt durch die Darstellung nach Fig. 11 in Richtung der Linie 12-12,
- Fig. 13 zeigt eine Seitenansicht eines Greifers einer Transfervorrichtung der Vorrichtung nach Fig. 1,
- Fig. 14 zeigt die Seitenansicht des Greifers nach Fig. 13,

11.

Fig. 15 zeigt ein Blockschaltbild für die Gewinnung eines Abschaltsignals für die Poliervorrichtung.

In den Fign. 1 bis 3 ist die Umrandung eines Reinraums 100 angedeutet, in dem zahlreiche einzelne Aggregate und Vorrichtungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung untergebracht sind. Sie sollen anhand der Fign. 1 bis 3 zunächst schematisch angedeutet und beschrieben werden. Mit 102 ist allgemein eine Be- und Entladestation bezeichnet, die drei Plattformen 104 aufweist für mit Wafern bestückte Kassetten 106. Die Plattformen 104 besitzen eine Vielzahl von Sensoren, die z.B. die exakte Position der Kassette 106 auf der Plattform oder den Typ der Kassette detektieren. Außerdem ist eine Kassettenidentifikationsvorrichtung vorgesehen, welche entsprechende Datenträger der Kassetten abliest. Dies soll im einzelnen nicht beschrieben werden. Ferner ist auch eine sogenannte Mapping-Vorrichtung vorgesehen, welche die fehlerfreie Anordnung der Wafer in den Ablagefächern der Kassetten erfaßt und einer im einzelnen nicht dargestellten Steuervorrichtung meldet.

Ein erster Roboter 108 dient zur Entnahme der Wafer aus den Kassetten 106, wobei der Roboter jeden Wafer zunächst auf eine Kassettenidentifikationsvorrichtung 110 ablegt oder in dieser hält.

Der Roboter 108 ist für die Handhabung trockener Wafer ausgelegt. Er entnimmt die Wafer aus den Ablagefächern der Kassetten und transferiert diese zu der Identifikationsvorrichtung 110 (ein Wafer 112 ist in der Erkennungsvorrichtung 110 dargestellt). Der Roboter 108 fördert den Wafer 112 anschließend zu einer Übergabestelle 114, an der auch ein Schichtdickenmeßgerät 116 angeordnet ist.

Annähernd mittig im Reinraum 100 ist ein weiterer Roboter 118 angeordnet, mit dessen Hilfe der Wafer von der Übergabestelle 114 zu einer Zwischenstation 120

12.

gefördert wird. Die Zwischenstation 120 weist vier Ablageflächen 122 bis 128 auf, die auf einem drehbaren Träger angeordnet sind. Hierauf wird weiter unten noch näher eingegangen. Auf dem Träger gegenüberliegenden Seiten sind jeweils ein Polierteller 130 bzw. 132 drehend angetrieben. Zu jedem Polierteller 130 gehören zwei Polierköpfe 134, 136 bzw. 138, 140. Auf den Aufbau der Polierteller und der Polierköpfe sowie deren Bewegung wird weiter unten noch eingegangen werden. Es sei bereits jetzt erwähnt, daß die Polierköpfe linear zwischen den gezeigten Positionen in Fig. 1 und einer Position oberhalb einer Ablagefläche 122 bis 128 verfahrbar sind. Außerdem sind die Polierköpfe 134 bis 140 vertikal verstellbar angeordnet. Die Polierköpfe dienen dazu, die Wafer zu transportieren und sie gegen die Polierteller 130, 132 zu halten, damit sie dort im CMP-Verfahren behandelt werden. Auf den Poliervorgang wird ebenfalls weiter unten noch eingegangen.

Zwischen dem Polierteller 130 und der Zwischenstation 120 sind zwei Bearbeitungs- und Reinigungsstationen 142, 144 angeordnet. Ähnliche Reinigungsstationen 146, 148 sind zwischen der Zwischenstation 120 und dem Polierteller 132 angeordnet. Die Bearbeitungs- und Reinigungsstationen sind zwischen einer Position, wie sie in Fig. 1 eingezeichnet ist und einer Position, in der sie zu einer Ablagefläche ausgerichtet sind, verschwenkbar. Räumlich sind daher die Stationen 142 bis 148 oberhalb der Ablageflächen 122 bis 128 angeordnet, können aber von den Polierköpfen 134 bis 140 überfahren werden.

Nach dem Polieren werden die Wafer von Roboter 118 zum Schichtdickenmeßgerät 116 transportiert.

Jedem Polierteller 130, 132 ist eine Abrichtvorrichtung 150 bzw. 152 zugeordnet. Auch hierauf wird weiter unten noch eingegangen. Man erkennt aus der Darstellung nach Fig. 1, daß die gesamte Poliervorrichtung einschließlich der Zwischenstation

13.

120 und der Abrichtvorrichtungen 150, 152 in einem gesonderten Abteil innerhalb des Reinraums 100 angeordnet ist.

In einem anderen Abteil der Vorrichtung nach Fig. 1 ist eine Wasch- und Trocknungsvorrichtung angeordnet. Sie enthält eine Hauptreinigungsstation 154 und eine Endreinigungsstation 156, in welche die Wafer von einem Eingabebereich 158 gelangen. Sie werden vom Roboter 118 in den Eingabebereich gegeben und von dort über einen V-förmigen Wassertransport 160 und durch Reinigungsvorkehrungen gefördert. Auf die Reinigungsstationen soll im einzelnen nicht eingegangen werden. Die gereinigten Wafer gelangen zu einer Stoppstelle 162, bevor sie zu einer Spül- und Trockenschleuder 162 mit Hilfe eines bei 164 angedeuteten Roboters gelangen. Aus der Spül- und Trockenschleuder 162 wird der gereinigte Wafer dann mit Hilfe des Roboters 108 zur Be- und Entladestation 102 gefördert und von dort mit dem ersten Roboter 108 in eine bereit gehaltene Kassette zurücktransportiert. Man erkennt bereits, daß der Roboter 108 lediglich trockene Wafer angreift und transportiert, während der Roboter 118 nur nasse Wafer ergreift und transportiert.

Zu Fig. 3 sei ergänzend angemerkt, daß dort der Greifer 166 zu erkennen ist, der einen Wafer 112 erfaßt und der weiter unten noch näher erläutert werden soll.

Zunächst sei anhand der Fign. 6 bis 10 der Polierbetrieb im Hinblick auf die Zwischenstation 120 näher beschrieben.

Fig. 6 zeigt schematisch den bekannten Aufbau einer Polierstation, z.B. für Halbleiterwafer. An einer horizontalen linearen Führung 10 ist eine Poliereinheit 12 linear beweglich gelagert und von einem nicht gezeigten Antrieb entlang der Führung bewegbar. Dies ist durch den Doppelpfeil S_1 angedeutet. Der obere Abschnitt 14, der an der Führung 10 geführt ist, lagert eine Spindel 16, die von einem nicht gezeigten

14.

Motor drehend antreibbar ist. Die Spindel ist außerdem höhenverstellbar. Am unteren Ende der Spindel ist ein sogenannter Carrier 18 für die Halterung eines nicht gezeigten Halbleiterwafers angebracht. Der Carrier 18 kann mit Hilfe der Spindel 16 drehend angetrieben werden, und zwar mit der Drehzahl n_1 . Unterhalb des Carriers 18 (vorstehend auch mit Polierkopf bezeichnet) befindet sich eine drehend angetriebene Polierscheibe 20, wie sie üblicherweise beim Planarisieren von Wafern verwendet wird. Die Polierscheibe 20 wird mit der Drehzahl n_2 angetrieben. Auf das nicht gezeigte Poliertuch der Polierscheibe 20 wird über die Vorrichtung 22 eine Slurry ausgetragen mit den Mengen α_1 und α_2 . Mit Hilfe des nicht gezeigten Verstellmechanismus für die Höhenverstellbarkeit der Spindel 16 kann ein Druck b_1 ausgeübt werden, um den Wafer mit einem vorgegebenen Druck gegen die Polierscheibe 10 anzudrücken.

Ein nicht gezeigter Abrichtmechanismus 24 enthält eine Abrichtscheibe 26, die an einem Arm 28 drehbar gelagert ist und mit einer Drehzahl n_3 angetrieben wird. Die Andrückkraft, mit der die Abrichtscheibe 26 angeedrückt wird, ist F_2 .

Bei der schematischen Darstellung nach Fig. 7 sind zwei Polierstationen 30, 31 vorgesehen die der nach Fig. 6 gleichen, wobei jeder Polierstation zwei Poliereinheiten 12 zugeordnet sind, die an linearen Führungen 10a bzw. 10b geführt sind. Die Führungen 10a, 10b liegen auf einer Achse. Die Ausbildung der Poliereinheiten 12 nach Fig. 2 entspricht der nach Fig. 6. Die Anordnung der Poliereinheiten an den Führungen 10a, 10b entspricht derjenigen, wie sie in US 6,050,885 gezeigt und beschrieben ist.

Zwischen den Polierstationen 30, 31 ist für die Zwischenstation 120 nach Fig. 1 ein kreisförmiger Träger 34 angeordnet, der um eine vertikale mittige Achse von einem in Fig. 7 nicht gezeigten Drehantrieb verdrehbar ist. Die Führungen 10a, 10b sind

15.

nach rechts bzw. links verlängert und erstrecken sich über den Träger 34 annähernd bis zu seiner Mitte. Die Mittelpunkte der Polierteller 20a, 20b und des Trägers 34 liegen auf einer Achse, welche parallel zu den Führungen 10a, 10b ist.

Auf gegenüberliegenden Seiten dieser Achse sind jeweils zwei Be- und Entladestellen 36 auf dem Träger angeordnet, die nachfolgend noch näher beschrieben werden sollen und den Beladeflächen 122 bis 128 entsprechen. Ihre Mittelpunkte liegen auf einem Kreis konzentrisch zur Drehachse des Trägers 34. Jede der vier Be- und Entladestellen 36 ist in der Lage, einen Wafer zentriert aufzunehmen. Die Be- und Entladung dieser Stellen 36 erfolgt mit Hilfe eines schematisch dargestellten Roboters 38, also z.B. des Roboters 118 nach Fig. 1.

In der in Fig. 7 gezeigten Drehstellung können die Poliereinheiten 12 jeweils mit zwei Be- und Entladestellen 36 ausgerichtet werden, um einen Wafer aufzunehmen bzw. einen Wafer abzulegen. Es versteht sich, daß auch eine dritte Polierstation vorgesehen werden kann. Sie liegt am Umfang des Trägers 34 auf der Seite, welche dem Roboter 38 gegenüberliegt.

Der Aufbau der Be- und Entladestellen geht aus den Fig. 8 und 9 deutlicher hervor, welche nachfolgend näher beschrieben werden sollen.

In einer Öffnung eines stationären Gestells 40 ist der Träger 34 um eine vertikale Achse drehbar gelagert. Er besteht aus mehreren Teilen. Eine kreisrunde Platte 42 ist drehfest mit einem Rad 44 verbunden, das über ein Getriebe 46 und einen Antriebsmotor 48 um eine vertikale Achse gedreht werden kann. Mit der Drehung des Rades 44 rotiert auch die Platte 42. Auf der Platte 42 sind zapfenartige Halter 50 angebracht. Sie stehen vertikal nach oben und lagern kappenartige Elemente 52. Mit Hilfe einer Feder 51 ist die Lagerung in axialer Richtung nachgebend. Die Oberseite

16.

der Elemente 52 bildet eine Beladefläche 54 für Wafer 56, welche auf der Beladefläche aufgelegt werden können. In Umfangsrichtung beabstandet sind am Umfang der Beladefläche 54 vier Zentriernocken 58 angeordnet. Sie weisen eine nicht näher dargestellte Auflagefläche für die Wafer 56 auf. Dadurch sind die Wafer 58 nur an vier Stellen am Rand abgestützt (In Fig. 8 sind jeweils nur zwei Zentriernocken 58 zu erkennen.) In Fig. 9 sind die vier Zentriernocken 58 erkennbar. Die radial bewegbaren Zentriernocken haben eine Anschlagfläche, die durch einen Verstellmechanismus 60 radial bewegt werden kann. Der Verstellmechanismus weist einen pneumatischen Schwenkantrieb 61 auf, der über ein Getriebe 63 auf vier Stangen 65 wirkt, um die Nocken 58 zu bewegen. Diese sind als Hebel gebildet, die von den Stangen 65 geschwenkt werden. Die Anschlagflächen sind ebenfalls nicht gezeigt. Mit Hilfe der Anschlagflächen bzw. der Zentriernocken 58 läßt sich eine aufgenommene Waferscheibe zentrieren bezüglich einer vorgegebenen Achse, beispielsweise der Mittenachse des Elements 52.

In der Deckenwand des Elements 52 ist eine Durchbohrung 62 gezeigt, die mit einem Anschluß 64 für ein Fluid versehen ist. Über den Anschluß kann Fluid zur Unterseite des aufgenommenen Wafers gebracht werden. Es können auch Bohrungen vorgesehen werden, um Flüssigkeit von der Beladefläche abzuleiten.

Mit der Platte 42 ist im Abstand zur Platte 42 ein Teller 66 fest verbunden, der im Bereich der Elemente 52 Öffnungen 68 aufweist. Mittig weist der Teller 64 eine innen hohle Erhebung 70 auf, welche zu einem axialen Durchgang 72 von Rad 44 und Teller 42 ausgerichtet ist. In der leicht geschrägten Wand im oberen Bereich der Erhebung 70 sind mehrere Düsen angeordnet, von denen eine bei 74 gezeigt ist. Jeweils eine Düse 74 ist zu einer Be- und Entladestation 36 ausgerichtet, d.h. zu deren Beladefläche 54. Eine zur Düse 74 geführte Leitung 76 ist mit einer Fluidquelle verbunden, um ein Fluid auf die Oberseite des aufgenommenen Wafers 56 aufzusprü-

17.

hen. Für jede Be- und Entladestation 36 ist auch eine Strahlenquelle 78 vorgesehen, die zur Beladefläche 54 gerichtet ist und mit einem Empfänger 79 zusammenwirkt, der anzeigt, ob ein Wafer 56 aufgenommen ist oder nicht.

Der Träger 34 wird von einem Dichtungsring 80 des Gestells 40 umgeben, wobei zwischen dem Ring 80 und dem Teller 66 eine Labyrinthdichtung 82 vorgesehen ist. Unterhalb des Rings 80 befindet sich eine Tropfwanne (nicht gezeigt) für das gesamte System. Jedes kappenförmige Element 52 ist ebenfalls von einer Tropfwanne 82 umgeben, um Flüssigkeit bzw. Slurry aufzunehmen und auf nicht gezeigte Art und Weise in die Gesamttropfwanne abzuleiten.

Gemäß Fig. 7 kann der Roboter 38 zwei der zugeordneten Be- und Entladestationen beladen bzw. von diesen Wafers entfernen. Es ist auch denkbar, den Träger 34 so in eine Drehstellung zu bringen, daß nur eine der Stationen 36 vom Roboter 38 bedient werden kann. In der Drehstellung gemäß Fig. 7 können dann die Poliereinheiten jeweils einen Wafer aus der Be- und Entladestation entnehmen bzw. auf dieser ablegen. Soll z.B. zunächst in der linken Polierstation 30 bearbeitet werden, um anschließend eine Bearbeitung in der rechten Polierstation 31 vorzunehmen, wird nach dem Ablegen eines Wafers auf der zugeordneten Be- und Entladestation 36 eine Drehung des Trägers 34 um 180° vorgenommen, damit dann die zugeordnete Poliereinheit 18 den Wafer wieder entnehmen kann zwecks Bearbeitung auf der zugeordneten Hälfte des Poliertellers 20b. Während der Drehung des Trägers 34 kann die Oberfläche des Wafers gereinigt werden, z.B. mit Hilfe der Sprühdüse 74, um Reste des Bearbeitungsmediums zu entfernen und ein Verätzen zu vermeiden. Mit hin ist die Be- und Entladestation 36 mit dem Träger 34 nicht nur ein Mittel, um aufgenommene Wafer zu zentrieren, damit sie zentriert vom Carrier 18 aufgenommen werden können, sondern auch ein Transportmittel zwischen zwei oder mehr Polierstationen sowie eine Reinigungsstation zur Reinigung der bearbeiteten Wafer

18.

vor dem Weitertransport zur nächsten Polierstation oder vor Entnahme durch den Roboter 38.

Die Beladeflächen 54 können konkav ausgebildet sein, so daß eine Kammer auf der Rückseite des Wafers 56 gebildet ist, wie schon beschrieben. Sie kann mit Bohrungen versehen werden kann, um die Abfuhr oder die Zufuhr von Fluid zu ermöglichen. Auf diese Weise kann auch die Rückseite des aufgenommenen Wafers 56 gereinigt werden. Es kann auch die Kontaktfläche der Carrier gereinigt werden, wenn diese auf einer Beladefläche abgesenkt wird.

Es versteht sich, daß die beschriebenen Antriebe für die einzelnen Teile des Poliersystems und das Zusammenwirken dieser Antriebe mit Hilfe einer geeigneten, hier nicht gezeigten Steuervorrichtung gesteuert werden können. Derartige Steuervorrichtungen sind allgemein bekannt.

Nachfolgend soll ein zweistufiges Polierverfahren anhand von Fig. 10a bis Fig. 10o erläutert werden. Zwischen zwei Poliertellern POT1 und POT2 ist ein rotierender Träger angeordnet mit den vier Beladeflächen WLT1 bis WLT4. Es wird dabei von einer Anordnung ausgegangen, wie sie in den Figuren 7 bis 9 dargestellt und beschrieben wurde. Die Transfervorrichtung 38 ist ebenso wenig dargestellt wie die Carrier (Poliereinheiten 18), mit deren Hilfe die Wafer transportiert und gegen die Polierteller POT1 und POT2 gehalten werden können. Im Fall von Fig. 10 liegt die Transfervorrichtung auf der Seite A der Vorrichtung. Die diametral gegenüberliegende Seite ist mit B bezeichnet. Aus Verständnisgründen ist außerdem in den Figuren 10a bis 10o ein radialer Strich eingezeichnet. In Fig. 10a kennzeichnet er eine Nullposition des Trägers. In den übrigen Figuren ist die Position mit 90° bzw. einem Vielfachen von 90° angegeben.

19.

In Fig. 10a sind die Beladeflächen WLT1 und WLT2 mit den Werkstücken W1 und W2 beladen. Wie erwähnt, erfolgt dies mit Hilfe der nicht gezeigten Transfervorrichtung, wobei die Beladung gleichzeitig oder auch zeitlich nacheinander vonstattengehen kann. Anschließend wird gemäß Fig. 10b der Träger um -90° gedreht, wodurch die Werkstücke W1 und W2 dem ersten Polierteller POT1 zugekehrt sind. In dieser Position können sie von den nicht gezeigten Carriern erfaßt und über den Polierteller POT1 bewegt werden. Dies ist in Fig. 10c zu erkennen. Nunmehr erfolgt in der ersten Polierstation die Bearbeitung der Wafer W1 und W2.

Sobald die Wafer W1 und W2 vom Träger entfernt sind, werden zwei weitere Wafer W3 und W4 von der Transfervorrichtung auf die Beladeflächen WLT1 und WLT4 abgelegt. Sobald dies geschehen ist, wird der Träger um 90° zurück in die Nullposition gedreht, wie in Fig. 10e zu erkennen. In dieser Position des Trägers können nach Beendigung des Poliervorgangs die Wafer W1 und W2 zurück auf die Beladeflächen WLT2 und WLT3 gebracht werden. Dies ist in Fig. 10f dargestellt. Anschließend erfolgt eine Drehung des Trägers um 180° , wie in Fig. 10g zu erkennen. In dieser Position können die Carrier, die dem Polierteller POT2 zugeordnet sind, die Wafer W1 und W2 zum zweiten Polierteller POT2 transportieren, wie dies in Fig. 10h gezeigt ist. Gleichzeitig können die Wafer W3 und W4 von dem zugeordneten Carrier zum Polierteller POT1 bewegt werden.

Während der Bearbeitung der Wafer W1 bis W4 durch die Polierteller POT1 und POT2 sind die Beladeflächen WLT1 bis WLT4 leer. Sie können daher mit weiteren Wafern W5 und W6 beladen werden, wie in Fig. 10j zu erkennen. Gemäß Fig. 10k wird der Träger dann in Uhrzeigerichtung so gedreht, daß die Wafer W5 und W6 zum Polierteller POT1 ausgerichtet sind, während die leeren Beladeflächen WLT2 und WLT3 dem Polierteller POT2 zugeordnet sind. In dieser Position können die fertig bearbeiteten Wafer W1 und W2 auf die zugeordneten Beladeflächen abgelegt

20.

werden, wie in Fig. 10l zu erkennen ist. Anschließend wird der Träger um weitere 90° gedreht, so daß die Wafer W1 und W2 durch die Transfervorrichtung entnommen werden können (Fig. 10m und n). Danach wird der Träger wiederum um 90° so gedreht, daß die Wafer W5 und W6 zum Polierteller POT2 ausgerichtet sind, so daß nunmehr die in der ersten Stufe bearbeiteten Wafer W3 und W4 auf dem Träger abgelegt werden können. Danach erfolgt die weitere Bearbeitung wie zu 10f und folgende dargestellt.

Während die Wafer W5 und W6 sich auf den Beladeflächen befinden, können sie, wie weiter oben schon beschrieben wurde, vorbehandelt, gespült und gereinigt werden. Dadurch verlängern diese Vorgänge nicht die gesamte Durchsatzzeit beim zweistufigen Polieren der Wafer.

Ein Polierteller der Poliervorrichtung nach den oben beschriebenen Figuren ist im Schnitt in Fig. 4 dargestellt. Es ist z.B. der Polierteller 130 nach Fig. 1. Dementsprechend tragen die Polierköpfe die Bezugszeichen 134, 136. Auf einer Arbeitsplatte 170 ist ein Poliertuch gespannt, und zwischen einer Trägerplatte 174 und der Arbeitsplatte 120 sind Kühlkanäle 176 vorgesehen, durch welche eine geeignete Kühlflüssigkeit strömt. Die Zufuhr und Abfuhr Kühlflüssigkeit ist im einzelnen nicht dargestellt.

Der Polierteller 130 ist mit Hilfe eines Drehantriebs 178, der in einem Gestell 180 angeordnet ist, über eine vertikale Welle angetrieben. Die Polierköpfe 134, 136 sind mit einer Spindel 182 bzw. 184 verbunden, die in Führungsbahnen 186 vertikal verstellbar sind. Der vertikale Verstellantrieb ist nicht dargestellt. Dagegen sind Antriebe 188 und 190 zu erkennen, mit denen die Spindel 182, 184 in Drehung versetzt werden kann. Bei 192 ist ein Abrichtmechanismus dargestellt, mit dessen Hilfe das

21.

Poliertuch abgerichtet werden kann. Es ist diametral zum Polierteller 130 beweglich, damit die gesamte Fläche des Poliertellers erfaßt werden kann.

Fig. 5 ist vergrößert der Polierkopf 134 oder Carrier dargestellt. Auf Einzelheiten des Polierkopfes soll nicht weiter eingegangen werden. Man erkennt einen sogenannten Backingfilm 194, über den der Wafer vom Polierkopf 134 aufgenommen wird. Man erkennt ferner den Slurryaustritt bei 196, der über eine Zufuhr in der Spindel 184 erfolgt. Hierauf soll im einzelnen nicht weiter eingegangen werden. Für die vorliegende Beschreibung ist jedoch von Bedeutung, daß mit dem Polierkopf 134 eine Adapterplatte 198 verbunden ist, auf die eine Überwurfmutter 200 geschraubt werden kann. Die Überwurfmutter 200 kann ihrerseits auf ein Außengewinde der Adapterplatte 188 geschraubt werden. Mit der Adapterplatte 198 ist ein Zentrierstift 202 verbunden, der mit einer Zentrierausnehmung 204 der Spindel 184 zusammenwirkt. Auf diese Weise ist eine Schnellwechsellvorrichtung geschaffen, mit deren Hilfe ein Polierkopf rasch an einer Spindel angebracht und von dieser gelöst werden kann. Die Adapterplatte 198 dient dazu, die Zufuhr der Medien zum Polierkopf 134 etwa über die bei 206 angedeuteten Kanäle sicherzustellen.

Es sei noch bezüglich der Abrichtvorrichtung 192 nach Fig. 4 erwähnt, daß sie beispielsweise mit Diamant- oder Kunststoffbürsten arbeitet oder einem Hochdruckwasserstrahl zwecks Aufrauung des Poliertuches. Die Bewegung dieser Mittel erfolgt radial bzw. diametral, um die gewünschte Aufrauung über die gesamte Fläche des Poliertuches zu bewerkstelligen. Außerhalb der Polierteller 130, 132 (siehe auch Fig. 1) können Mittel vorgesehen sein, um die Abrichtmittel naß zu halten.

In den Fign. 11 und 12 ist eine kreisförmige Wanne 210 dargestellt. Die Wanne 210 entspricht einer der Bearbeitungs- und Reinigungsstationen 142 bis 148 nach Fig. 1. An der Wanne 210 ist ein horizontaler Arm 212 angebracht zur Verschwenkung der

22.

Wanne 210 um eine vertikale Achse mit Hilfe einer Hohlwelle 214. Die Verschwenkmöglichkeit der Wanne 210 ist in Fig. 11 durch strichpunktierte Linien angedeutet.

In Fig. 11 erkennt man bei 216 horizontal angeordnete Sprüh- und Reinigungsdüsenreihen, die annähernd radial angeordnet sind. In der Wanne sind am Rand auch Paare von Zentriermitteln 218 zu erkennen, deren Funktion noch erläutert wird. In der Wanne ist eine horizontale Bürstenanordnung 220 angeordnet. An einer Stelle des Randes der Wanne 210 ist eine horizontale Bürstenanordnung 222 zu erkennen. Ferner sind vertikal angeordnete Düsen 224 gezeigt. Im Boden der Wanne befinden sich Sprühdüsen 226, die ein Medium nach unten abgeben. Durch die Hohlwelle 214 kann eine Vielzahl von Medien geleitet werden, wie durch die strichpunktierten Leitungen 228 in Fig. 12 angedeutet ist.

In die Wanne 210 kann ein Polierkopf gemäß den vorstehenden Figuren mit oder ohne aufgenommenes Werkstück abgesenkt und an dieser Stelle gereinigt werden mit Hilfe der Bürsten und Reinigungsdüsen. Die Zentriermittel 218 zentrieren den Polierkopf und ermöglichen seine Drehung in der Wanne 210. Ist die Wanne 210 oberhalb einer Ablagefläche 122 bis 128 angeordnet bzw. oberhalb eines Trägers 34 gemäß Fig. 7 und folgende, dann kann auch der Träger gereinigt werden bzw. der vom Träger aufgenommene Wafer. Das Medium kann auch ein Behandlungsmedium sein, um den Wafer auf diese Weise zu behandeln.

In den Fign. 13 und 14 ist der Greifer des Roboters 108 näher dargestellt. Es versteht sich, daß die Greifer der Roboter 118 und 164 analog aufgebaut sein können. In einem Gehäuse 230 sind zwei parallele Wellen 232, 234 drehbar gelagert und mit Hilfe eines nicht gezeigten Antriebs um 90° verschwenkbar. Die Wellen 232, 234 haben einen bestimmten Abstand voneinander. An den Enden weisen die Wellen

23.

232, 234 Backen 236, 238 aus verschleißfestem Kunststoff auf, die geeignet sind, einen Rand eines bei 112 dargestellten Wafers zu ergreifen. Im Gehäuse 230 sind außerdem innerhalb des Bereiches der Wellen 232, 234 Stifte 240, 242 linear beweglich gelagert. Sie sind geeignet, sich gegen den Rand eines Wafers 112 anzulegen. Auf die beschriebene Weise kann daher ein Wafer 122 ausschließlich am Rand schonend erfaßt werden. Es sei noch einmal betont, daß der Mechanismus zur Betätigung der Wellen und der Stifte des Greifers 166 im einzelnen nicht beschrieben werden soll. Es sei jedoch noch auf einen Sensor 244 zwischen den Stiften 242 und 240 hingewiesen werden, mit dem die Anwesenheit eines Wafers 112 im Greifer 166 detektiert werden kann.

In Fig. 15 ist z.B. schematisch der Polierteller 130 angedeutet. Der Motor 178 wird von einer Steuervorrichtung 250 betätigt. Dem Polierteller 130 ist ein Meßfühler 252 zugeordnet, der die Temperatur an der Oberfläche des Poliertellers mißt und auf einen Meßgeber 254 gibt. Ein Meßfühler 256 mißt die Temperatur des Kühlmediums, das, wie beschrieben, durch den Polierteller 130 geschickt wird. Ein Meßfühler 258 mißt die Ausgangstemperatur des Kühlmittels. Beide Temperaturwerte werden auf Meßgeber 260 bzw. 262 gegeben, in denen diese Werte gespeichert werden. Die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors 178 wird im Meßgeber 264 gespeichert. Die Oberflächentemperatur wird bei 266 gespeichert. Von der Eingangs- und Ausgangstemperatur des Kühlmittels des Poliertellers 130 wird eine Differenz gebildet und diese bei 268 gespeichert. Über geeignete Filter 270, 272 und 274 wird der Temperaturverlauf ermittelt, und die Temperaturverläufe der beschriebenen Parameter werden bei 276 mit Hilfe eines geeigneten Algorithmus zur Bildung eines Abschaltsignals für die Steuervorrichtung 250 verwendet. Mit Hilfe der beschriebenen Meßwerte und des Algorithmus kann festgestellt werden, wann auf dem Wafer ein Schichtübergang stattfindet. Dies zeigt das Ende eines Poliervorgangs an, so daß eine automatische Abschaltung der Poliervorrichtung bewerkstelligt werden kann.

24.

Nachfolgend sei die Wirkungsweise der im einzelnen beschriebenen Vorrichtungen noch einmal erläutert.

Ein Bearbeitungszyklus startet, nachdem mindestens eine Plattform 104 mit einer Kassette 106 bestückt wurde. Im ersten Schritt werden mit Hilfe der Identifikationsvorrichtung Identifikations- und Bearbeitungsdaten vom Datenträger der Kassette 106 gelesen. Die gelesenen Daten werden im weiteren Verlauf der Bearbeitungsschritte benutzt, um die anfallenden Prozeßdaten eindeutig einer Kassette zuzuordnen. Im nächsten Schritt erfolgt die Verifizierung der Kassettenbelegung über die bereits erläuterte Mappingvorrichtung, die die Belegung und Orientierung der Werkstücke 112 in der Kassette 106 überprüft. Nach der Verifizierung entnimmt der Roboter 108 die Wafer 112 aus den Ablagefächern der Kassetten 106 und transportiert diese zum Erkennungssystem 110 und danach zum Übergabepunkt 116. Beim Transport werden die Wafer nur über den Randbereich erfaßt, um Kratzer auf der Oberfläche und Kontaminationen zu vermeiden. Der zweite Roboter 118 entnimmt den Wafer von der Übergabestelle 114, an der die Schichtdicke gemessen wird und transportiert diesen zu einer der Ablageflächen 122 bis 128 des Trägers bzw. der Zwischenstation 120. Auch dieser Transport erfolgt durch Ergreifen am Rand des Wafers mit den Greifmitteln des Roboters 118. Nachdem der Roboter 118 den Wafer abgelegt hat, kann er in einer nicht gezeigten Reinigungsstation seinerseits eine Reinigung erfahren, bevor er einen nächsten Wafer ergreift, beispielsweise um den von dem Polierteller 132 bearbeiteten Wafer von einer Ablagefläche der Zwischenstation 120 zur Reinigungs- und Wascheinrichtung 154, 156 zu transportieren. Das Polieren und Behandeln in der Poliervorrichtung und in der Zwischenstation 120 soll nicht mehr erörtert werden, weil es weiter oben bereits ausführlich beschrieben wurde.

25.

Bevor die Polierköpfe einen Wafer auf der Zwischenstation 120 auflegen, können die Polierköpfe in den Reinigungs- und Bearbeitungsstationen 142, 144, 146, 148 abgesenkt und dort gereinigt oder behandelt werden. Erst anschließend werden die Wafer in der Zwischenstation 120 abgelegt. Vorher ist jedoch erforderlich, daß die zugeordnete Wanne 210 in eine Parkposition verschwenkt, damit sich der Polierkopf auf eine Ablagefläche der Zwischenstation 120 absenken kann. Es ist jedoch auch möglich, vorher einen Wafer abzulegen und anschließend eine Reinigung des Polierkopfes in der Wanne 210 der Reinigungs- und Bearbeitungsstation vorzunehmen. Hierzu ist wiederum erforderlich, daß diese aus der in Fig. 1 gezeigten Parkposition in eine Position verschwenkt wird, in der sie zu einer Ablagefläche ausgerichtet ist.

Nach dem Absenken der Wafer auf den Polierteller 130, 132 erfolgt der Poliervorgang, wobei er beendet wird, wenn die gemessenen Parameter für die Temperaturen und die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors für den Polierteller anzeigen, daß ein Schichtübergang stattfindet.

Der Roboter 118 entnimmt von der Zwischenstation 120 das fertig bearbeitete Werkstück bzw. den fertig polierten Wafer und setzt ihn in dem Eingabebereich 158 der Wasch- und Trocknungsstation ab. Anschließend erfolgt das Waschen und Trocknen der Wafer, und am Ausgangsbereich der Trockenvorrichtung 162 (Spül- und Trockenschleuder) entnimmt der Roboter 164 den gereinigten und getrockneten Wafer aus der Trockenvorrichtung 162 und legt diesen in der Übergabestelle 114 ab, wo er mit Hilfe des bereits beschriebenen Schichtdickenmeßgeräts 116 auf seine Dicke geprüft wird. Anschließend erfolgt der Rücktransport in eine Kassette 106 mit Hilfe des Roboters 108.

26.

Dem Reinraum 100 sind verschiedene Filter- und Lüftereinheiten zugeordnet, so daß unterschiedliche Reinraumbereiche erzeugt werden. Im Bereich des Roboters 108 wird die Reinraumklasse 1 erzeugt. Filter und Lüftereinheiten, die über der Reinigungs- und Trockenvorrichtung angeordnet sind, erzeugen die Reinraumklasse 2. Der zweite Roboter 118 und das Schichtdickenmeßgerät 116 operieren in einer Reinraumklasse 3. Die gesamte Poliervorrichtung einschließlich der Zwischenstation operiert in der Reinraumklasse 4. Die Lüftereinheiten, die in der Decke des Reinraums 100 angebracht sind, erzeugen einen laminaren Luftstrom, dessen Strömungsgeschwindigkeit stufenlos verändert werden kann. Durch die Veränderung der Luftströmungsgeschwindigkeiten in den einzelnen Bereichen werden unterschiedliche Druckzonen geschaffen, die eine geometrische Führung der Luftströmung ermöglichen. Die Filter sind so ausgerüstet, daß sie die jeweils erforderliche Reinraumklasse herstellen können.

27.

Ansprüche:

1. Verfahren zum Transportieren, chemisch-mechanischen Polieren und Trocknen von Werkstücken, insbesondere Siliciumwafer in einem abgeschlossenen Reinraum mit den folgenden Schritten:

die Werkstücke werden von mindestens einer Transfervorrichtung aus einer Be- und Entladestation entnommen und auf eine Zwischenstation übergeben

die Werkstücke werden von mindestens einem Polierkopf einer Poliervorrichtung von der Zwischenstation aufgenommen, zu einem Polierteller der Poliervorrichtung transportiert und unter Drehung des Polierkopfes gegen den sich drehenden Polierteller gehalten

nach dem Polieren werden die Werkstücke von dem Polierkopf zur Zwischenstation zurücktransportiert, vom Polierkopf gelöst und in der Zwischenstation gereinigt und/oder chemisch behandelt

die gereinigten und/oder chemisch behandelten Werkstücke werden von der Zwischenstation wahlweise zu einer zweiten Poliervorrichtung oder zu einer Wasch- und Trockenvorrichtung transportiert und in dieser gewaschen und getrocknet

die gewaschenen und getrockneten Werkstücke werden von der Transfervorrichtung zur Be- und Entladestation zurücktransportiert

vor jeder Aufnahme eines Werkstücks wird der Polierkopf gereinigt.

28.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke mit einer ersten Transfervorrichtung von einer Be- und Entladestation entnommen und an einer ersten Übergabestelle abgelegt werden, wobei die Werkstücke von einer zweiten Transfervorrichtung von der Übergabestelle zur Zwischenstation transportiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gereinigten und getrockneten Werkstücke von der ersten Transfervorrichtung zur Be- und Entladestation zurücktransportiert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die von der ersten Poliervorrichtung bearbeiteten Werkstücke von der Zwischenstation mit Hilfe eines zweiten Polierkopfes zu einer zweiten Poliervorrichtung transportiert und gegen einen zweiten Polierteller der zweiten Poliervorrichtung gehalten und nach dem Polieren zurück zur Zwischenstation transportiert werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Greifmittel der Transfervorrichtung bzw. der ersten und zweiten Transfervorrichtung vor jedem Ergreifen eines Werkstücks gereinigt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke in der Zwischenstation chemisch behandelt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifmittel der Transfervorrichtung bzw. der ersten und zweiten Transfervorrichtung die Werkstücke nur an ihrem Rand erfassen.

29.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem gemessenen Temperaturverlauf auf der Oberfläche des Poliertellers und dem Verlauf der Belastung eines Antriebs für den Antrieb des Poliertellers ein Signal für die Abschaltung des Antriebs abgeleitet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Polierteller mit einer Flüssigkeit gekühlt wird und der Temperaturverlauf der Differenz zwischen dem Einlauf und dem Auslauf der Flüssigkeit bei der Ableitung des Abschaltsignals berücksichtigt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke in der Zwischenstation von einem Ablageort und einem Übernahmeort für den Polierkopf bewegt und während der Bewegung gereinigt und/oder chemisch behandelt werden.
11. Vorrichtung zum chemisch-mechanischen Polieren der Oberfläche von kreisrunden flachen Werkstücken, insbesondere Halbleiterwafern, mit
 - einer Zwischenstation für die Werkstücke, zu welcher die zu bearbeitenden Werkstücke von einer Transfervorrichtung transportiert und in die bearbeiteten Werkstücke abgelegt werden, bevor sie nach einem Reinigungs- und Trocknungsvorgang entladen werden, wobei die Zwischenstation umfaßt:
 - einen um eine vertikale Achse drehbar gelagerten Träger (34), der von einem Drehantrieb (48) in eine vorgegebene Position gebracht werden kann, und mindestens zwei horizontale, nach oben freie Beladeflächen (54) auf dem Träger (34), ferner mit
 - einer Transfervorrichtung (38), mit der Werkstücke auf die Beladefläche (54) aufgelegt oder von dieser entfernt werden können,

30.

- mindestens zwei Polierteller (20a, 20b) aufweisenden Polierstationen (30, 31), die am Umfang des Trägers (34) angeordnet sind,
- mindestens einem Polierkopf (18) für die Werkstücke (56) für jede Polierstation, der mit Hilfe einer Verstellvorrichtung entlang einer vertikalen und einer horizontalen Achse bewegt wird zur vertikalen Ausrichtung zu einer Beladefläche (54), Aufnahme und Abgabe eines Werkstücks (56) sowie zum Transport der Werkstücke (56) zur zugeordneten Polierstation (30, 31) und von dieser fort sowie zum Zusammenwirken mit dem Polierteller (20a, 20b) der zugeordneten Polierstation (30, 31) und
- einer Steuervorrichtung für die Drehantriebsvorrichtung und die Verstellvorrichtung.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zentriervorrichtung (58, 60) am Träger (34) für jede Beladefläche (54) vorgesehen ist, die mit Zentriermitteln, die von einer Betätigungsvorrichtung betätigt werden, am Umfang eines Werkstücks (56) auf der Beladefläche (54) angreifen, um das Werkstück (56) radial zu einer vorgegebenen vertikalen Achse auszurichten.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine dem Träger (34) zugeordnete Vorrichtung (74) zum Reinigen und/oder Hydrofilieren und/oder Naßhalten der Oberfläche der Werkstücke (56) auf den Beladeflächen (54) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß vier Beladeflächen (54) am Träger (34) vorgesehen sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß vier Beladeflächen (54) am Träger vorgesehen sind, daß jeder Polierstation (30, 31) lineare

31.

Führungen (10a, 10b) zugeordnet sind für zwei unabhängig geführte Carrier (18) und die Beladeflächen (54) so angeordnet sind, daß in einer vorgegebenen Drehstellung des Trägers (34) die vertikale Achse einer Beladefläche (54) und des Carriers (18) in einer gemeinsamen vertikalen Ebene liegen, die parallel zu den Führungen (10a, 10b) verläuft.

16. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (34) eine mittige Erhebung (70) aufweist, in der zu den Beladeflächen (54) ausgerichtete Düsen (74) angeordnet sind, die mit einer Fluidquelle verbunden sind.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in der Erhebung (70) Detektoren (78) angeordnet sind, die feststellen, ob auf den Beladeflächen (54) ein Werkstück (56) angeordnet ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (34) von der Seitenwand (80) einer Gesamttropfwanne umgeben ist, die sich unterhalb des Trägers (34) erstreckt.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Beladefläche (54) eine Tropfwanne (82a) zugeordnet ist, die einen Auslaß zur Gesamttropfwanne aufweist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentriermittel für jede Beladefläche mehrere auf einem Kreis angeordnete, beabstandete axial bewegbare Zentriernocken (58) aufweisen mit Auflageflächen für die Randbereiche eines Werkstücks (56) und mit Anschlagflächen, die bei radialer Verstellung der Zentriernocken (58) mit dem Umfang eines Werkstücks (56) in Eingriff bringbar sind, wobei eine Betätigungsvorrichtung (60) die An-

32.

schlagflächen synchron radial verstellt, um die Achse des Werkstücks (56) zur vorgegebenen vertikalen Achse auszurichten.

21. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Beladeflächen (54) konkav sind und Bohrungen aufweisen für das Abführen von Flüssigkeit, die sich auf der Beladefläche (54) sammelt und/oder Düsen (64) aufweisen zum Reinigen der Rückseite eines Werkstücks (56) auf der Beladefläche (54).
22. Vorrichtung nach Anspruch 11 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Beladeflächen (56) an der Oberseite eines getrennten kappenförmigen Elements (52) ausgebildet sind, die von einem zapfenartigen aufrecht stehenden Halteabschnitt (50) des Trägers (34) getragen ist.
23. Verfahren zum chemisch-mechanischen Polieren der Oberfläche von Halbleiterwafern mit Hilfe von zwei Polierstationen, die jeweils einen Polierteller aufweisen, zwei Carrier für jede Polierstation, die unabhängig voneinander vertikal und horizontal bewegt werden, vier Beladeflächen, deren Mittelpunkt auf einem Kreis liegt, die gemeinsam um eine vertikale Achse gedreht werden können und die zwischen den Polierstationen so angeordnet sind, daß in bestimmten gemeinsamen Drehpositionen, die um einen Winkel von 90° oder einem Vielfachen von 90° beabstandet sind, jeweils zwei Beladeflächen zum linearen Transportweg von zwei zu einer Polierstation gehörenden Carriern ausgerichtet sind und mit Hilfe einer Be- und Entladevorrichtung, mit der in einer vorgegebenen Drehlage der Beladeflächen jeweils zwei Beladeflächen mit einem Werkstück beladen oder von einem Werkstück befreit werden können, mit den folgenden Verfahrensschritten:

33.

- a) nach dem Beladen von zwei Beladeflächen mit einem ersten und zweiten Werkstück werden die Beladeflächen um 90° gedreht, wodurch die Werkstücke zur ersten Polierstation ausgerichtet sind und von den Carriern der ersten Polierstation zu den Poliertellern bewegt werden zur Durchführung eines ersten Poliervorgangs
- b) nach dem Entfernen des ersten und zweiten Werkstücks durch die Carrier werden ein drittes und viertes Werkstück auf den zugeordneten Beladeflächen abgelegt und durch Drehen der Beladeflächen um 90° zur zweiten Polierstation ausgerichtet, wonach das erste und zweite Werkstück von den Carriern aus der ersten Polierstation entfernt und auf die zugekehrten freien Beladeflächen abgelegt werden
- c) nach Drehung der Beladeflächen um 180° werden erstes und zweites Werkstück von den Carriern der zweiten Polierstation und drittes und viertes Werkstück von den Carriern der ersten Polierstation zum betreffenden Polierteller transportiert
- d) nach Beendigung des Poliervorgangs werden die Werkstücke auf zugeordnete Beladeflächen abgelegt und drittes und viertes Werkstück zur zweiten Polierstation ausgerichtet und erstes und zweites Werkstück von der Be- und Entladevorrichtung entfernt, so daß anschließend eine Beladung mit einem fünften und sechsten Werkzeug erfolgen kann.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Schritt c) ein fünftes und sechstes Werkstück auf die zugekehrten Beladeflächen abgelegt und nach Drehung um 90° zur ersten Polierstation ausgerichtet werden, wonach erstes und zweites Werkstück von der zweiten Polierstation entfernt und auf die zugekehrten Beladeflächen abgelegt werden und nach Drehung der Beladeflächen um 90° erstes und zweites Werkstück entnommen und durch Drehung um

34.

weitere 90° die frei gewordenen Beladeflächen zur ersten Polierstation ausgerichtet werden zur Aufnahme des dritten und vierten Werkstücks und zum anschließenden Transport zur zweiten Polierstation und zum Transport des fünften und sechsten Werkstücks zur ersten Polierstation.

25. Vorrichtung zum Transportieren, chemisch-mechanischen Polieren und Reinigen und Trocknen von Werkstücken, insbesondere Siliciumwafer in einem abgeschlossenen Reinraum mit den folgenden Merkmalen

eine Be- und Entladestation (102) für die Werkstücke
mindestens eine Transfervorrichtung mit Greifmitteln für den Transport der Werkstücke (112) von der Be- und Entladestation zu einer Zwischenstation (120)

einer Poliervorrichtung mit mindestens einem Polierteller (130, 132) und mindestens einem Polierkopf (134, 136, 138, 140), wobei der Polierkopf Mittel zum Halten eines Werkstücks (112) aufweist und in der Höhe und horizontal zwischen der Zwischenstation (120) und dem Polierteller (134 bis 140) verstellbar ist

Mittel zur Reinigung und/oder zum chemischen Behandeln des Polierkopfes und/oder der Werkstücke in der Zwischenstation (120)

und einer Wasch- und Trockenvorrichtung (154, 156, 162) für die bearbeiteten Werkstücke.

26. Vorrichtung nach Anspruch 11 und 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenstation (120) eine Bearbeitungs- und Reinigungsstation (142 bis 148) zugeordnet ist, in welche die Werkstücke (112) zusammen mit dem Polierkopf oder in die der Polierkopf zu Bearbeitungs- und Reinigungszwecken gebracht werden können.

35.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungs- und Reinigungsstation (142 bis 148) oberhalb der Zwischenstation (120) bzw. des Trägers (34) angeordnet ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungs- und Reinigungsstation (142 bis 148) eine Wanne (210) aufweist, die mit Reinigungsdüsen versehen ist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungs- und Reinigungsstation (144 bis 148) nach unten gerichtete Reinigungsdüsen (226) aufweist.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungs- und Reinigungsstation (142 bis 148) Reinigungsbürsten (220) aufweist zur Reinigung des aufgenommenen Werkstücks oder des Polierkopfes.
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Polierkopf (134) auswechselbar an einer Spindel (184) anbringbar ist.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifmittel für flache kreisrunde Werkstücke (112) zwei parallel beabstandete biegesteife und in einem Greifergehäuse (230) drehbar gelagerte Wellen (234, 232) aufweisen, die am Ende Greifbacken (238, 236) aufweisen, die in einer Drehstellung mit einem Rand eines Werkstücks (112) in Eingriff bringbar sind.

36.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Wellen (232, 234) nahe dem Gehäuse (230) translatorisch bewegbare Greifbacken (240, 242) angeordnet sind.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifmittel (166) einen Sensor (244) aufweisen, der die Aufnahme eines Werkstücks (112) detektiert.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abrichtvorrichtung (192) für den Polierteller (130) vorgesehen ist, der eine diametral über den Polierteller (130) bewegbare Abrichteinheit aufweist.
36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrichtbauteil einen Hochdruckstrahl erzeugt.
37. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrichtbauteil eine drehend angetriebene Abrichtbürste aufweist.
38. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß ein Naßhaltebecken für die Abrichtbürste vorgesehen ist, in der die Abrichtbürste gereinigt und feucht gehalten wird.

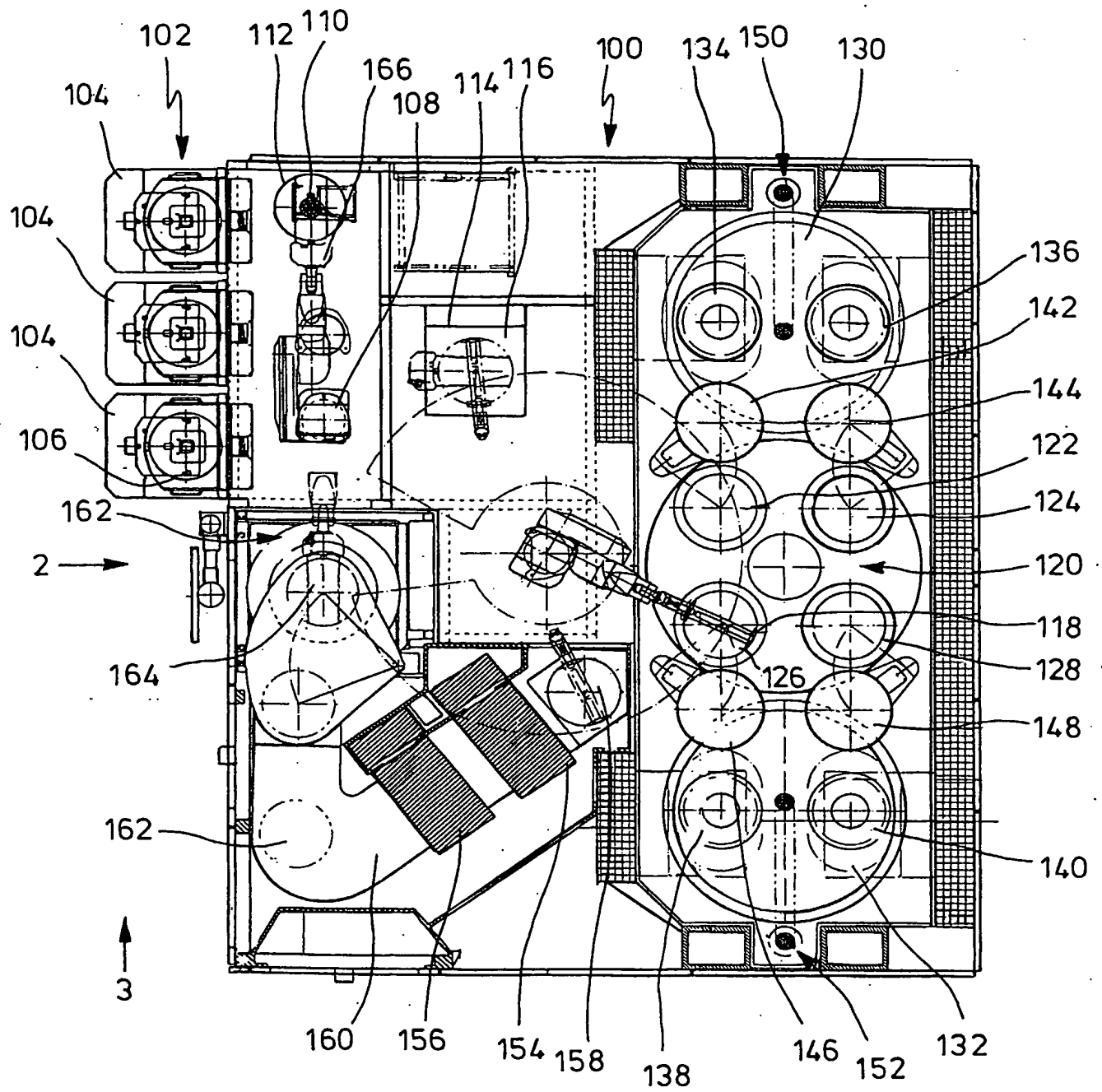


FIG. 1

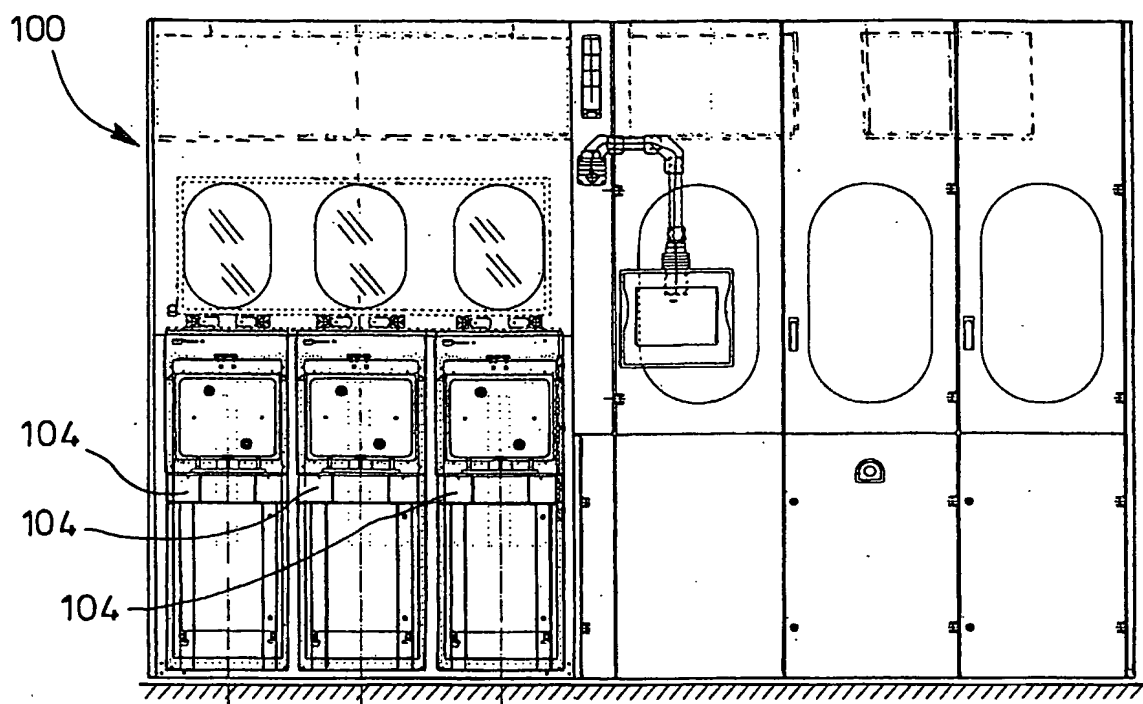


FIG. 2

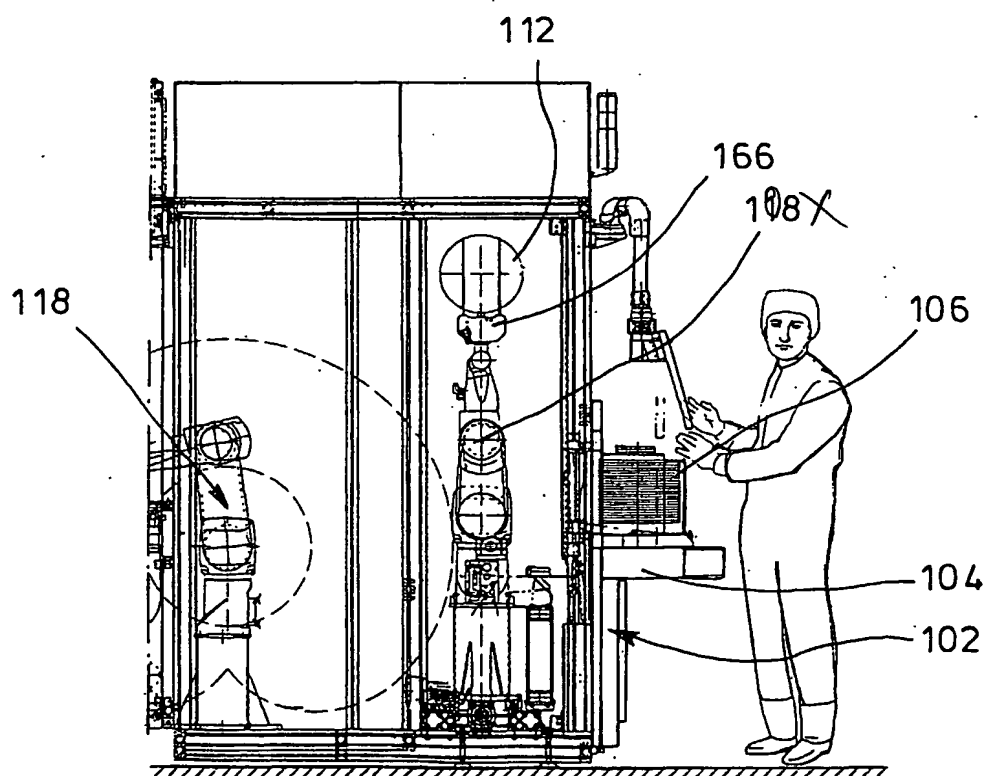
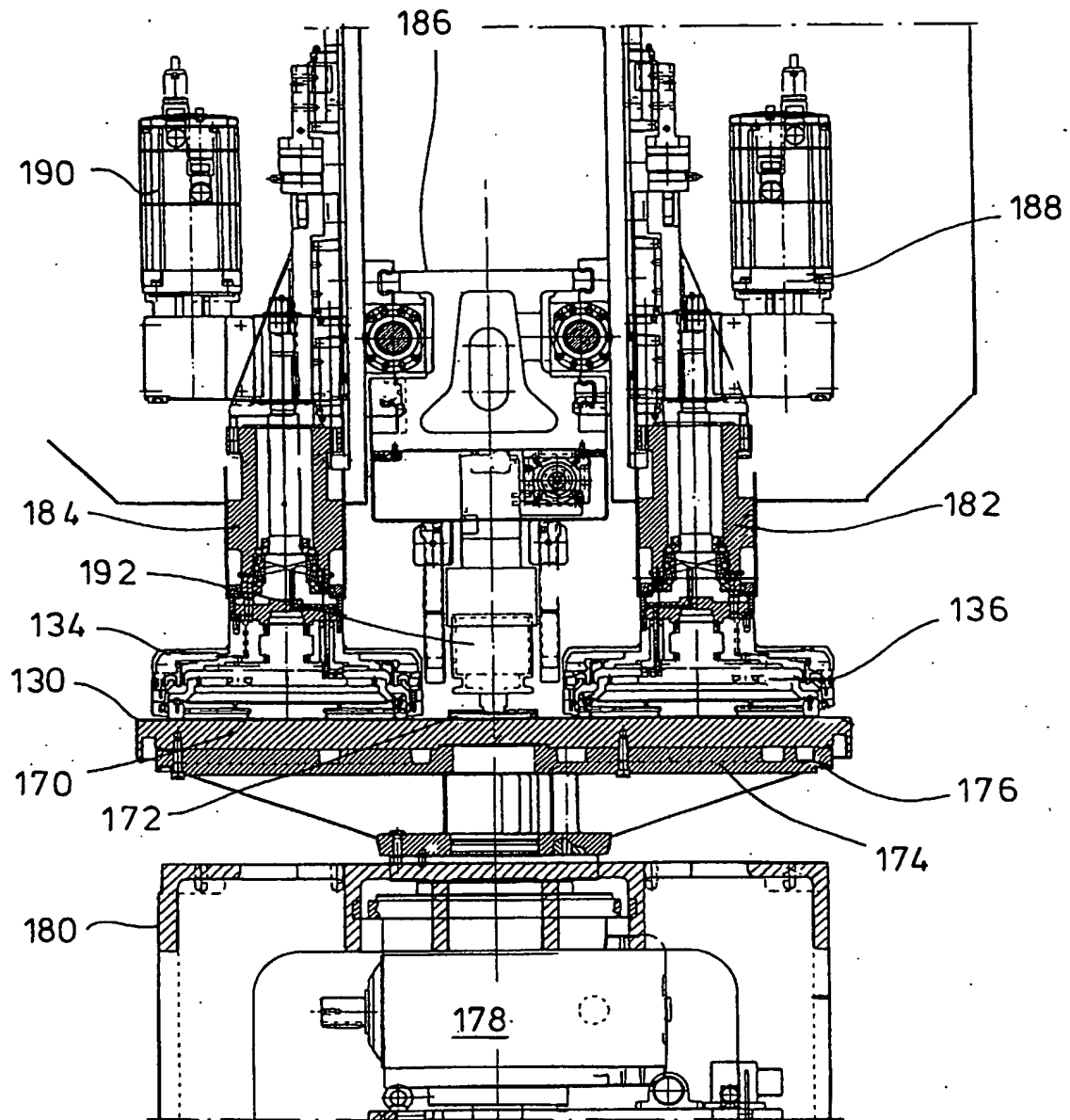
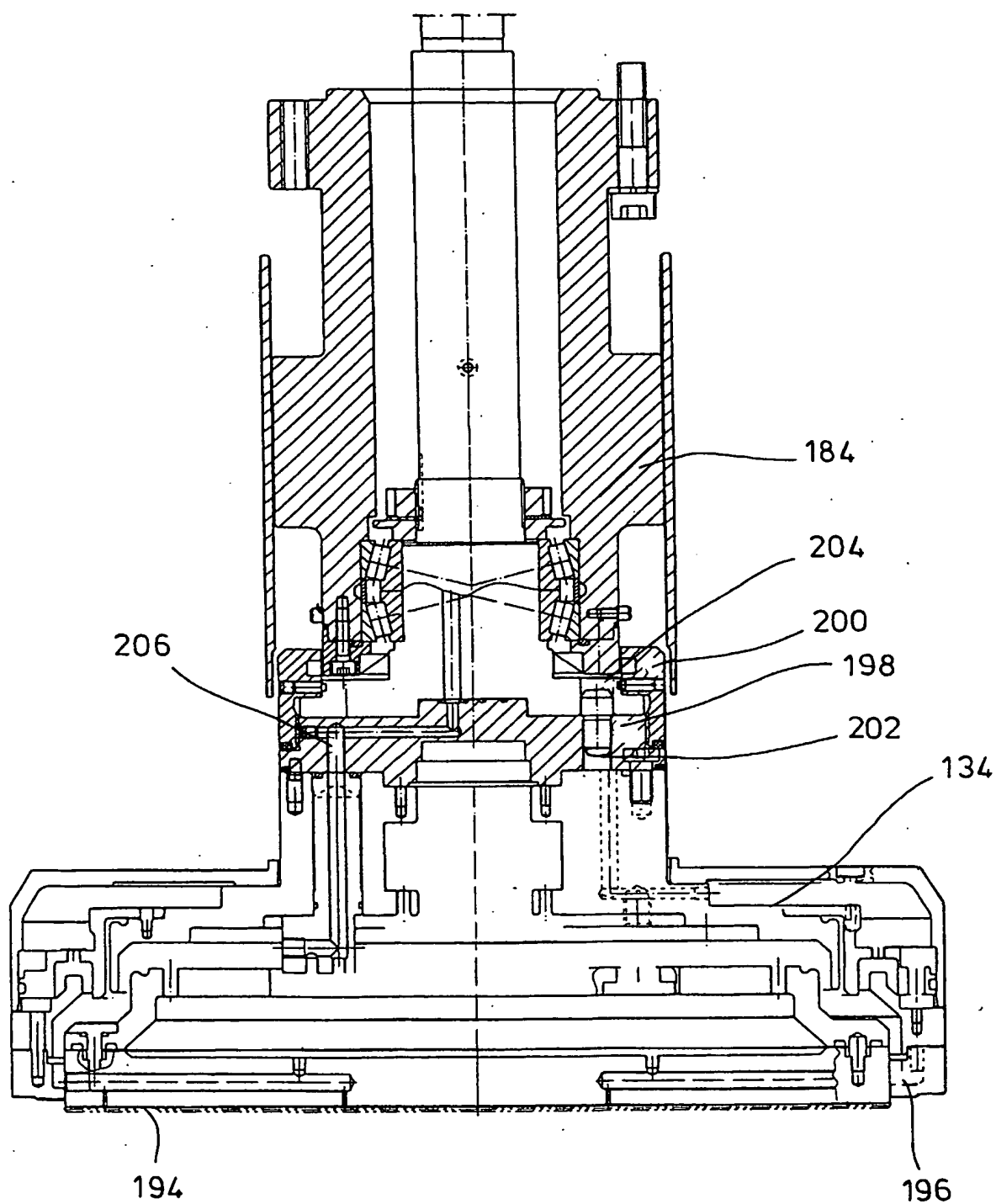
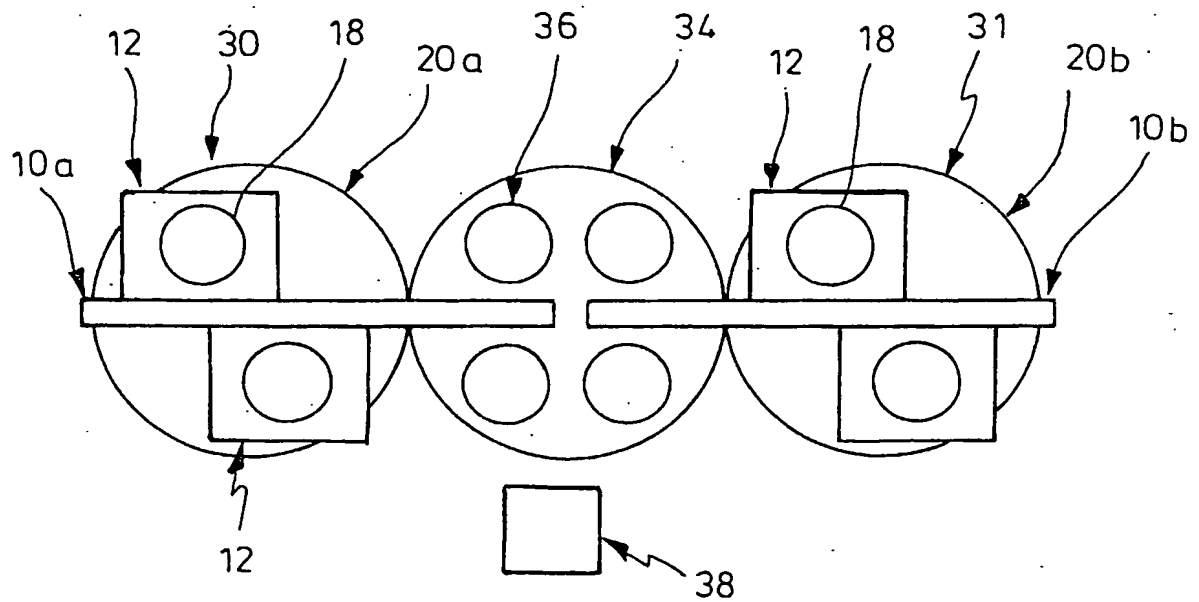
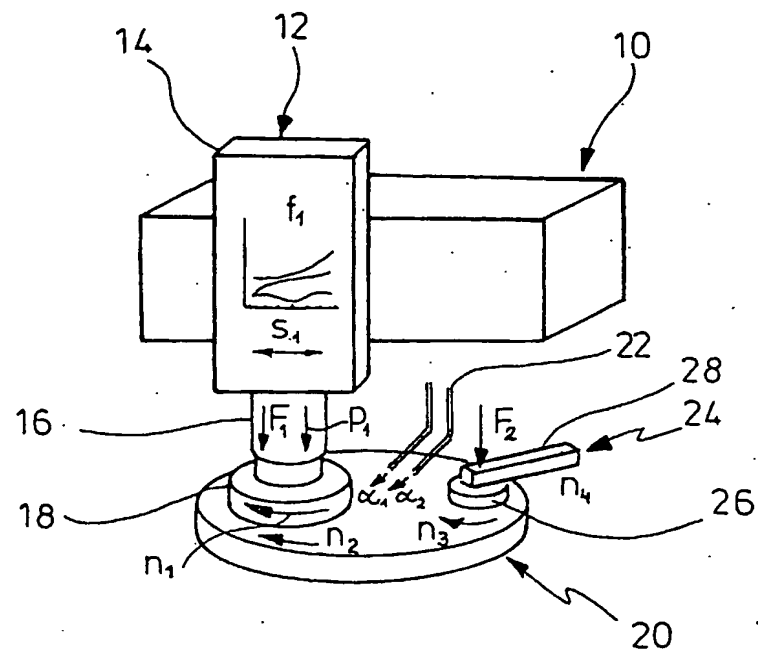


FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5



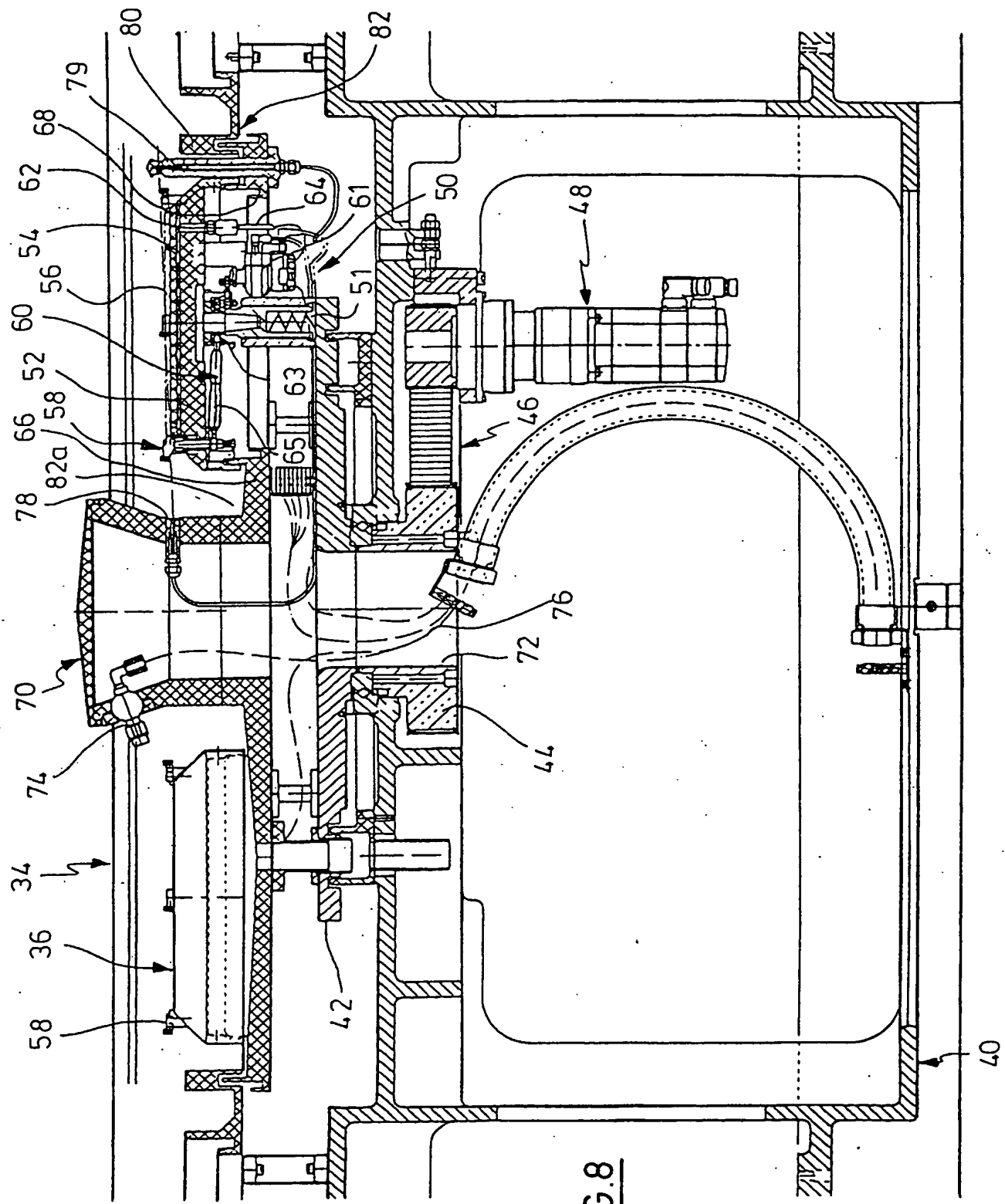
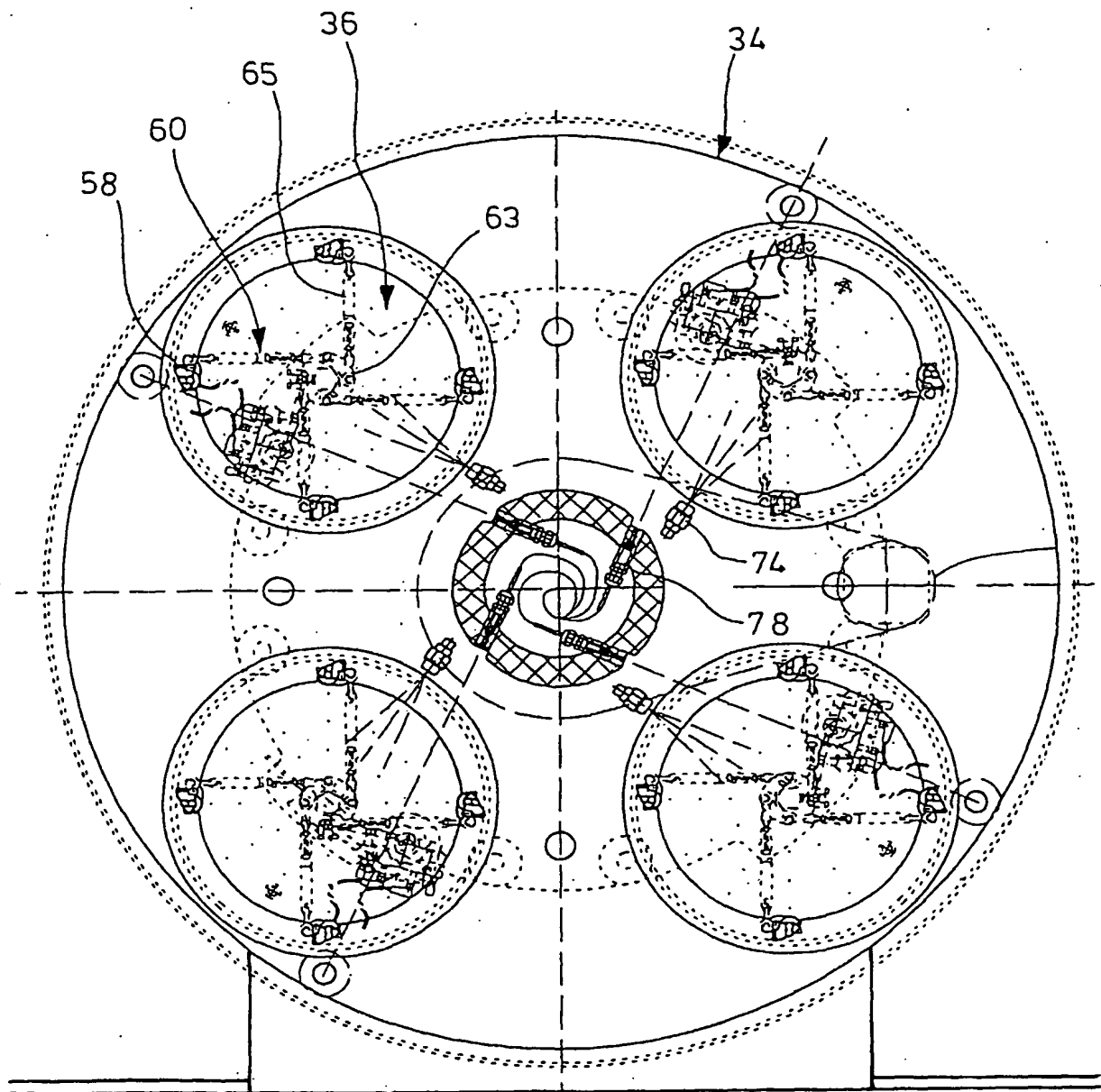
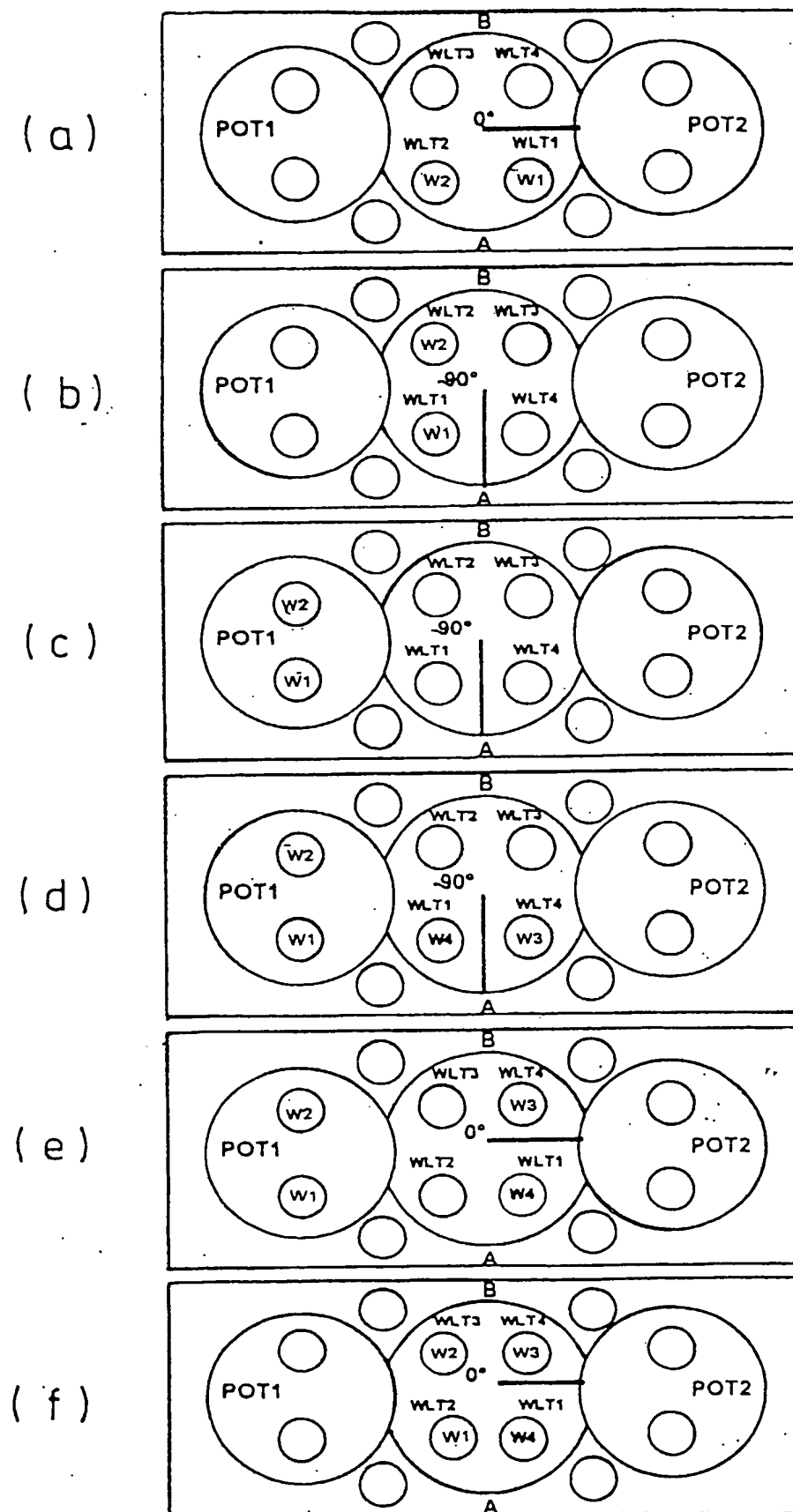
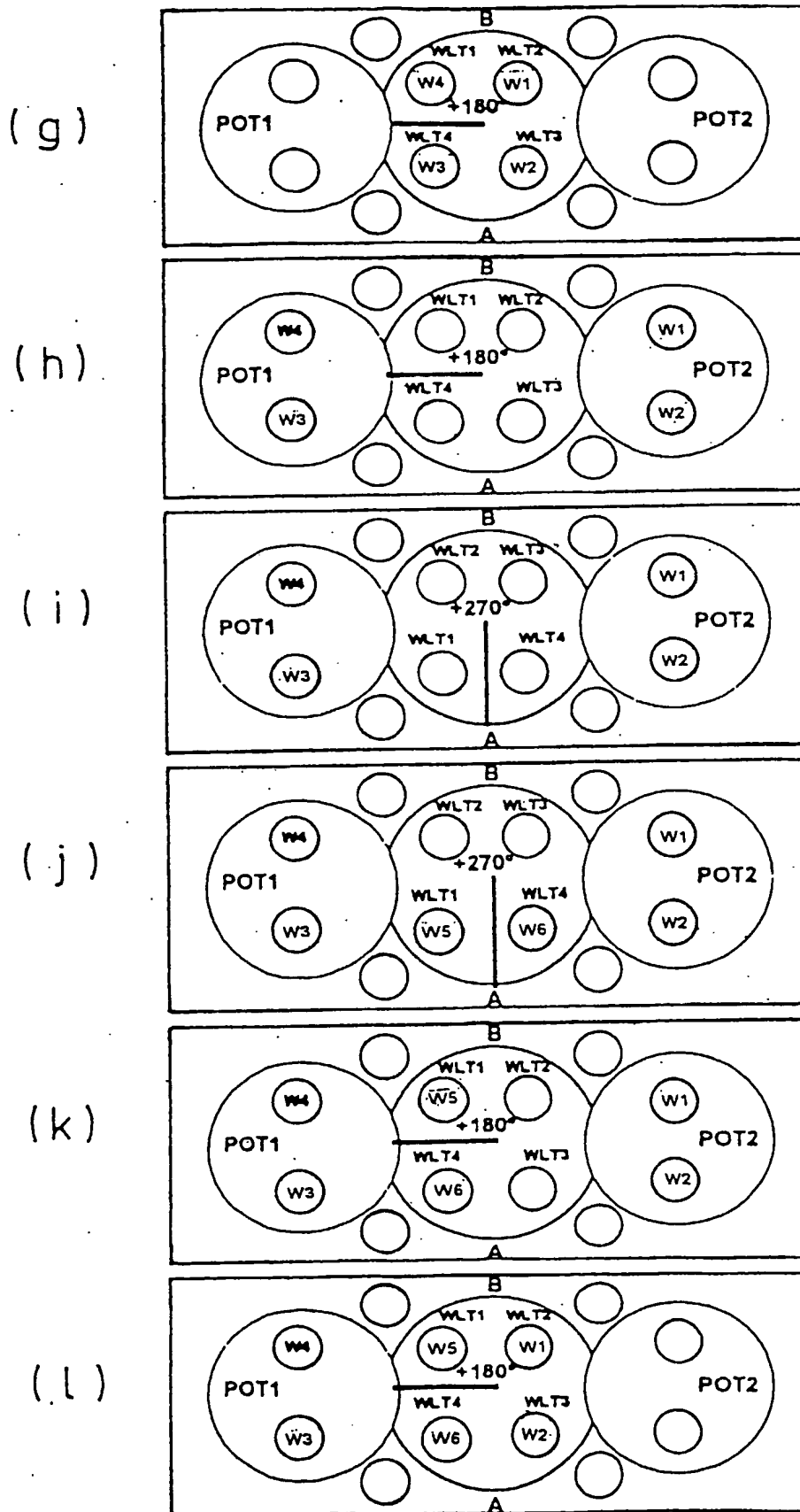


FIG.8

FIG. 9

FIG.10

FIG.10

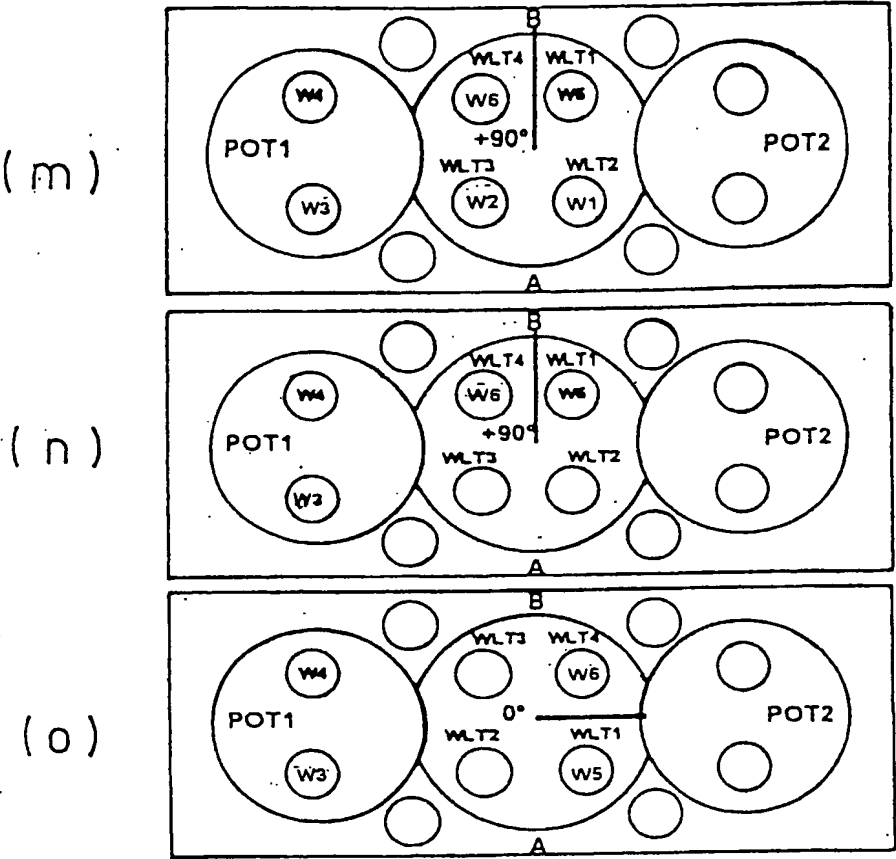
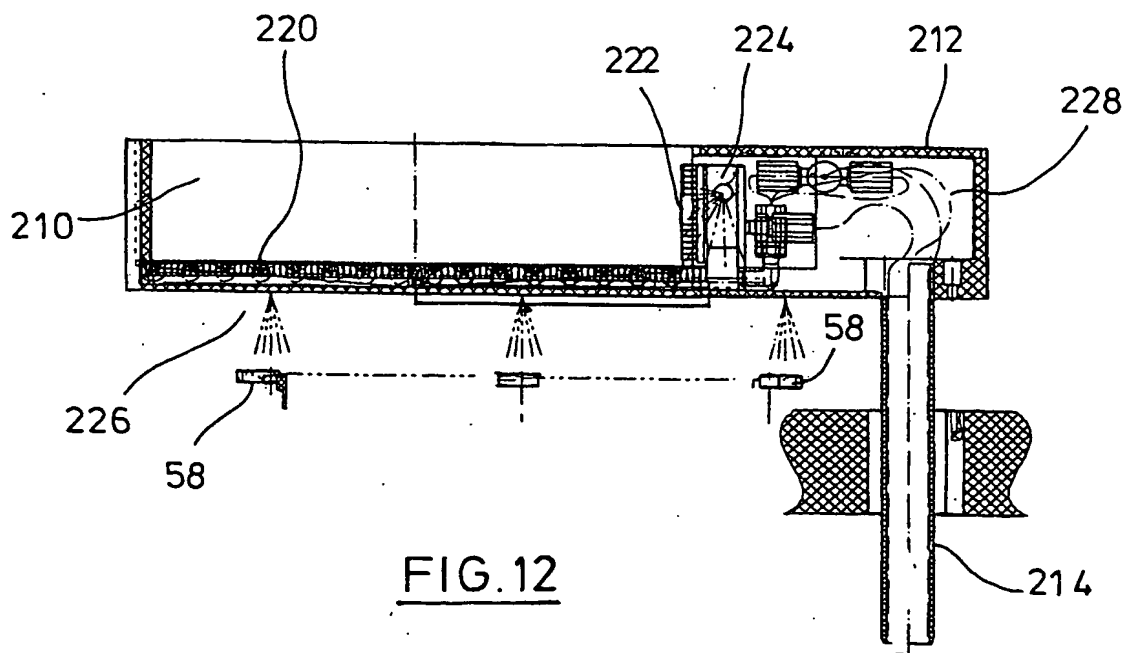
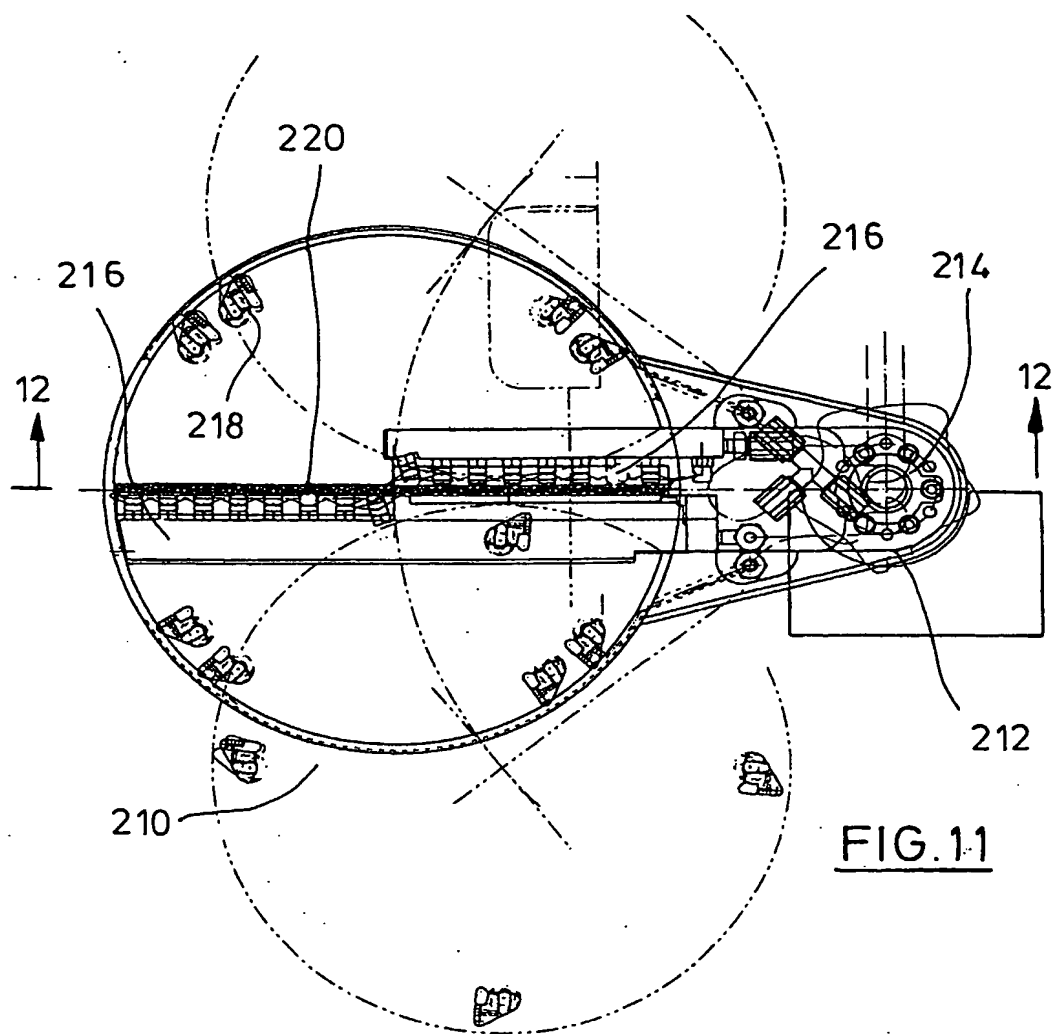


FIG.10



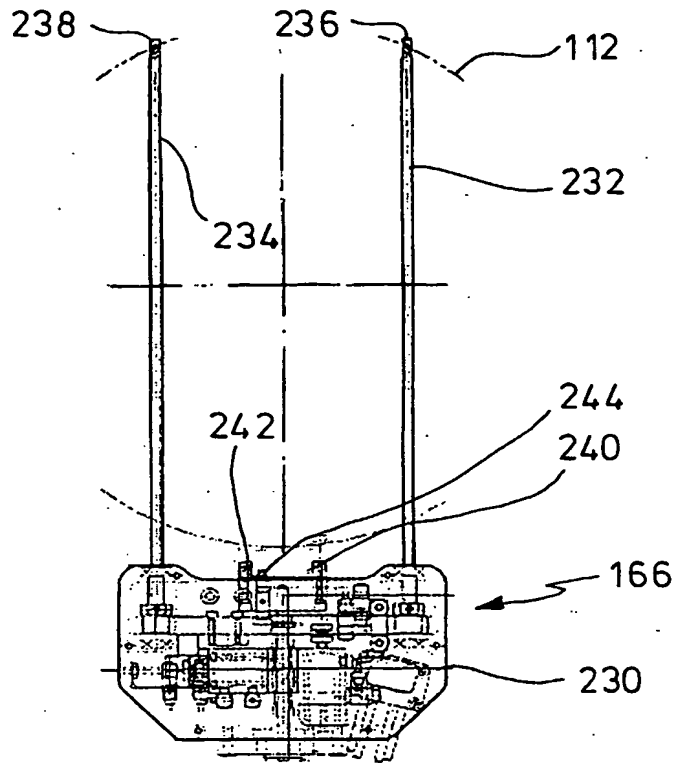


FIG. 13

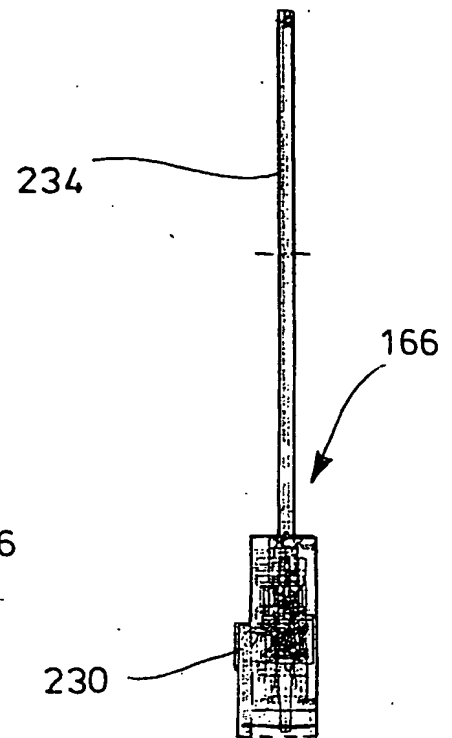


FIG. 14

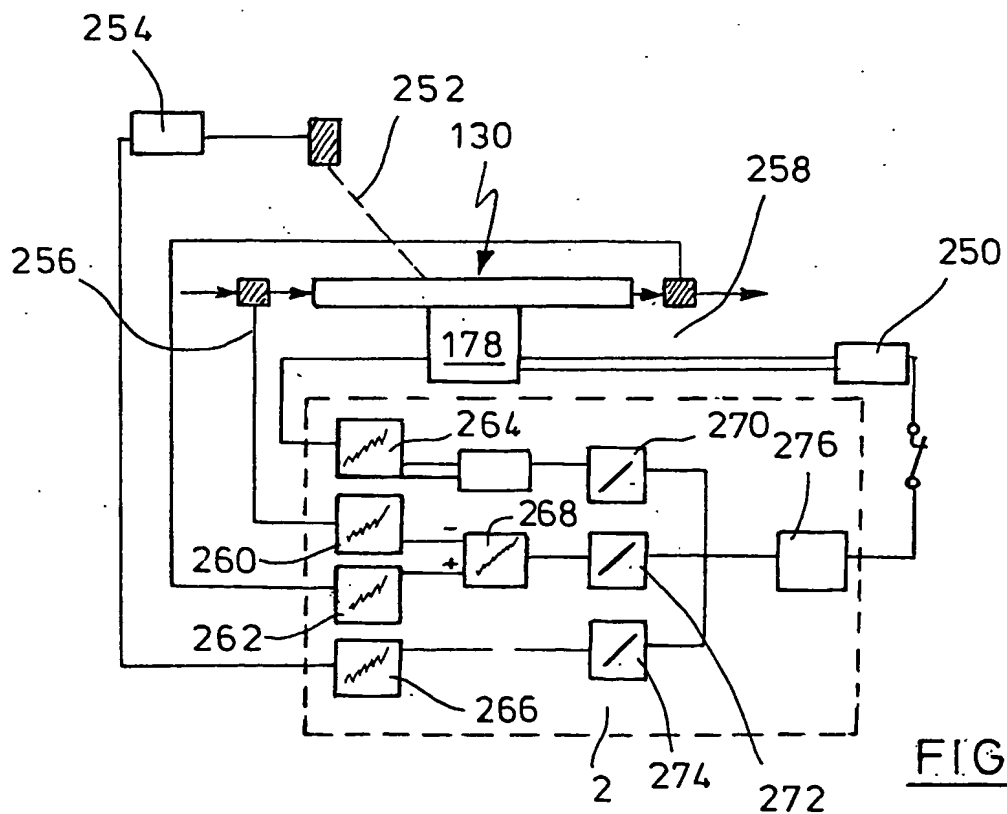


FIG. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/EP 03/02469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B24B37/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHEDMinimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B24B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------------------|
| X | EP 1 157 782 A (EBARA CORP) 28 November 2001 (2001-11-28) the whole document --- | 1-7, 11, 12, 14, 15, 23, 25 |
| A | US 6 358 131 B1 (WAKABAYASHI SATOSHI ET AL) 19 March 2002 (2002-03-19) --- | |
| A | US 5 885 138 A (YAJIMA HIROMI ET AL) 23 March 1999 (1999-03-23) cited in the application --- | |
| A | EP 1 155 778 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP ;EBARA CORP (JP)) 21 November 2001 (2001-11-21) ----- | |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 July 2003

Date of mailing of the international search report

18/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Eschbach, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Intern
Application No
PCT/EP 03/02469

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|--|--|
| EP 1157782 A | 28-11-2001 | US 6358126 B1 EP 1157782 A2 JP 2002009021 A | 19-03-2002 28-11-2001 11-01-2002 |
| US 6358131 B1 | 19-03-2002 | JP 2001038615 A | 13-02-2001 |
| US 5885138 A | 23-03-1999 | JP 3315544 B2 JP 8150559 A JP 8187658 A JP 8187659 A JP 8187660 A US 6273802 B1 US 2001010996 A1 US 2001010997 A1 US 2001014572 A1 US 2001011000 A1 DE 69424016 D1 DE 69424016 T2 EP 0648575 A1 EP 0982098 A2 JP 8066865 A JP 2002141317 A JP 2002141318 A JP 2002359215 A US 5616063 A DE 19544328 A1 US 2003040261 A1 US 5679059 A US 6500051 B1 JP 8243916 A US 5827110 A | 19-08-2002 11-06-1996 23-07-1996 23-07-1996 23-07-1996 14-08-2001 02-08-2001 02-08-2001 16-08-2001 02-08-2001 25-05-2000 14-12-2000 19-04-1995 01-03-2000 12-03-1996 17-05-2002 17-05-2002 13-12-2002 01-04-1997 30-05-1996 27-02-2003 21-10-1997 31-12-2002 24-09-1996 27-10-1998 |
| EP 1155778 A | 21-11-2001 | JP 2001326201 A EP 1155778 A2 TW 491744 B US 2001044266 A1 | 22-11-2001 21-11-2001 21-06-2002 22-11-2001 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: s Aktenzeichen

PCT/EP 03/02469

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B24B37/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B24B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|-----------------------------------|
| X | EP 1 157 782 A (EBARA CORP) 28. November 2001 (2001-11-28) das ganze Dokument | 1-7, 11, 12, 14, 15, 23, 25 |
| A | US 6 358 131 B1 (WAKABAYASHI SATOSHI ET AL) 19. März 2002 (2002-03-19) | |
| A | US 5 885 138 A (YAJIMA HIROMI ET AL) 23. März 1999 (1999-03-23) in der Anmeldung erwähnt | |
| A | EP 1 155 778 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP ; EBARA CORP (JP)) 21. November 2001 (2001-11-21) | |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Juli 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/07/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Eschbach, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT I

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat Aktenzeichen

PCT/EP 03/02469

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| EP 1157782 | A | 28-11-2001 | US | 6358126 B1 | | 19-03-2002 |
| | | | EP | 1157782 A2 | | 28-11-2001 |
| | | | JP | 2002009021 A | | 11-01-2002 |
| <hr/> | | | | | | |
| US 6358131 | B1 | 19-03-2002 | JP | 2001038615 A | | 13-02-2001 |
| <hr/> | | | | | | |
| US 5885138 | A | 23-03-1999 | JP | 3315544 B2 | | 19-08-2002 |
| | | | JP | 8150559 A | | 11-06-1996 |
| | | | JP | 8187658 A | | 23-07-1996 |
| | | | JP | 8187659 A | | 23-07-1996 |
| | | | JP | 8187660 A | | 23-07-1996 |
| | | | US | 6273802 B1 | | 14-08-2001 |
| | | | US | 2001010996 A1 | | 02-08-2001 |
| | | | US | 2001010997 A1 | | 02-08-2001 |
| | | | US | 2001014572 A1 | | 16-08-2001 |
| | | | US | 2001011000 A1 | | 02-08-2001 |
| | | | DE | 69424016 D1 | | 25-05-2000 |
| | | | DE | 69424016 T2 | | 14-12-2000 |
| | | | EP | 0648575 A1 | | 19-04-1995 |
| | | | EP | 0982098 A2 | | 01-03-2000 |
| | | | JP | 8066865 A | | 12-03-1996 |
| | | | JP | 2002141317 A | | 17-05-2002 |
| | | | JP | 2002141318 A | | 17-05-2002 |
| | | | JP | 2002359215 A | | 13-12-2002 |
| | | | US | 5616063 A | | 01-04-1997 |
| | | | DE | 19544328 A1 | | 30-05-1996 |
| | | | US | 2003040261 A1 | | 27-02-2003 |
| | | | US | 5679059 A | | 21-10-1997 |
| | | | US | 6500051 B1 | | 31-12-2002 |
| | | | JP | 8243916 A | | 24-09-1996 |
| | | | US | 5827110 A | | 27-10-1998 |
| <hr/> | | | | | | |
| EP 1155778 | A | 21-11-2001 | JP | 2001326201 A | | 22-11-2001 |
| | | | EP | 1155778 A2 | | 21-11-2001 |
| | | | TW | 491744 B | | 21-06-2002 |
| | | | US | 2001044266 A1 | | 22-11-2001 |
| <hr/> | | | | | | |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.